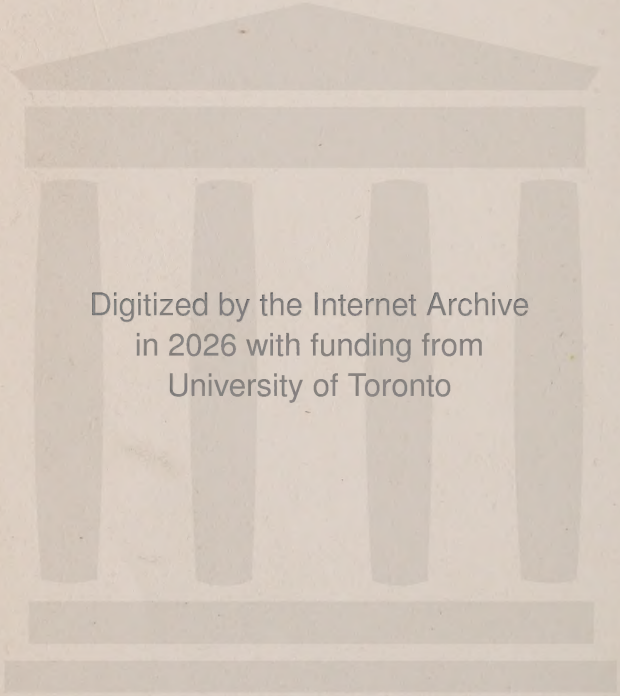
BINDING LIST SEP 15 1922

C.


Digitized by the Internet Archive
in 2026 with funding from
University of Toronto

https://archive.org/details/uraniavierastron00thos

Mondscheinnacht.
Nach einem Gemälde von Rudolf Thost.

Astron
T

URANIA

VIER ASTRONOMISCHE VORLESUNGEN

UNIVERSITY OF TORONTO LIBRARY

VON

ERNST J. THOST

MIT EINEM SCHLUSSWORT VON

HILDE WALTHER

173208
18/8/22.

STUTTGART 1921
VERLAG VON RUDOLF LUDEMANN

Alle Rechte, insbesondere das der Uebersetzung
in fremde Sprachen, vorbehalten.

Copyright 1921 by Rudolf Lüdemann, Stuttgart.

DEM ANDENKEN MEINES VATERS,
DES FEINSINNIGEN KÜNSTLERS

RUDOLF THOST

UND MEINER LIEBEN MUTTER

GEWIDMET

Vorwort.

Die vorliegende Schrift gibt den Inhalt von Vorlesungen wieder, die der Verfasser an der Technischen Hochschule zu Stuttgart im Sommersemester 1921 zu Gunsten des daselbst befindlichen Observatoriums hielt, mit dessen Wiederinstandsetzung und Neueinrichtung er betraut worden war. Es handelt sich keineswegs um eine Vermehrung der zahlreichen populär-astronomischen Literatur durch ein weiteres Werk, sondern nur um ein Büchlein, das sich unter Voraussetzung gewisser Vorkenntnisse die Behandlung einzelner interessanter Spezialkapitel der Astrophysik zur Aufgabe gemacht hat. Möge es den geneigten Hörern meiner Vorlesung, auf deren Wunsch die Veröffentlichung hiermit erfolgt, ein Andenken an die genußreichen Stunden sein, welche wir gemeinsam im Tempel Uranias verbringen durften; möge es zugleich die vielen anderen, die sich dieses Schriftchens zur Erbauung bedienen wollen, des Alltags Sorgen und Lasten für einige Stunden vergessen lassen.

Der hochherzigen Stifterin der Sternwarte, Fräulein Hilde Walther, die durch ihre freundliche Anteilnahme und weitestgehende Unterstützung in erster Linie zur Vollendung des Werkes beitrug, sei hierfür, wie auch für die Ausarbeitung des Schlußkapitels „Staat und Sternwarte“ an dieser Stelle nochmals der herzlichste Dank zum Ausdruck gebracht. Meinem verehrlichen Lehrer, Herrn Prof. Dr. J. Plassmann (Münster i. W.), der mir manche wertvolle Anregung bei meinen astronomischen Arbeiten zuteil werden ließ, mei-

nem Assistenten, Herrn cand. electr. Erich Dobler, der mir beim Korrekturenlesen behilflich war, sowie der Verlagshandlung, die für die prächtige Ausstattung des Buchs in jeder Hinsicht Sorge trug, möchte ich ebenfalls den wärmsten Dank aussprechen.

Hildwal-Observatorium, Juni 1921.

E. J. Th.

Glühende Tränen.

Eine allegorische Skizze über das Leben des Astronomen.

Der sinkende Feuerball der Sonne bringt den prächtigen Herbsttag zur Ruhe! Gold in Gold steht die Natur! Der Wald in seinen leuchtenden Laubfarben — der Himmel im Purpurglanz der untergehenden Sonne! Zitternd gleiten die rosigen Finger der Abendröte über das Zenit und fliehen vor den einbrechenden Schatten der Nacht.

Nebelschleier, von unsichtbarer Hand gewoben, breiten sich über die irdischen Gefilde, gleich als wollten sie den ganzen Jammer und Schmerz dieser Welt vor den Augen des einsamen Mannes verbergen, der jetzt auf beherrschender Höhe halt gemacht hat.

Ein leichtes Schwirren und Summen ist alles, was sein Ohr vom brausenden Gelärme der zu seinen Füssen liegenden Großstadt vernimmt. Ein paar Fabrikschlote neben hoch aufragenden Kirchtürmen sind alles, was den immer dichter werdenden Nebel zu durchdringen vermag — alles, was sein Auge von dort noch erschauen kann.

Da! — Seine Gestalt strafft sich, und sein Blick, der bis dahin in der Tiefe geruht, wendet sich ab, — wendet sich ab von den Sorgen und Plagen des Alltagslebens, als dessen Symbole ihm eben jene lästigen, qualmenden Schlote erschienen.

... wie eine glühende Träne schwebt der Sonnenball über dem wallenden Nebelmeer, dessen Wogen an aufragenden Höhen leicht brandend, die Gefilde weithin bedecken. Und die glühende Träne sinkt tiefer,

tiefer... zerfließt in den Nebelfluten, deren weißliches Grau, plötzlich zu feuriger Glut entfacht, die Erde mit magischem Licht übergießt.

Ergriffen steht der Einsame. Wehmütige Erinnerungen werden in ihm lebendig. Ihm ist's, als spiegle Allmutter Natur in diesem herrlichsten aller Naturschauspiele sein eigenes Leben in der ganzen erschütternden Wahrheitstreue wieder.

Große starke Hoffnungen, die er einst in seiner Jugend gehegt, deren Erfüllung er sich so nahe glaubte, in Nichts zerflossen! — Was war ihm geblieben? — Nichts, nicht einmal der hoffnungsfrohe Glanz jener Tage — nein! Nur bitterer Schmerz, der in seinem Innersten grausam wühlt und es nie, nimmer zur Ruhe kommen läßt...

... der rötliche Zauberglanz ist verblaßt und hat einem heimlichen Grau Platz gemacht. Hoch über der Stelle im Westen, da die Sonne untergegangen, steht ein strahlendes, rotleuchtendes Gestirn als Vorbote der Nacht: „Arktur!" Ihr, der Königin der ruhenden Natur, setzt er die im Edelsteinschmuck leuchtende Krone aufs Haupt und über ihre Schultern breitet er den tiefblauen Sammet des nächtlichen Firmaments, den das Silberband der Milchstraße säumt; über und über bedeckt das Kleid eine Unzahl von Glitzerdiamanten, deren milder Schein zu dem fahlen, grellen und unruhigen Licht der Großstadt, das sich mit Gewalt einen Weg durch den Nebel zum Himmel bahnt, in wohltuendem Gegensatz steht. Sinnend geht der Einsame weiter und schreitet dem kleinen Tannenpark zu, der das Observatorium umschließt, das er sich hier auf der Höhe erbauen ließ, fern von den Menschen, um so ganz den Schönheiten des gestirnten Himmels leben zu können, — fern den Sorgen und Plagen des Alltagslebens!

Mit Wonne saugt er den harzigen Duft der Tannen ein, über deren Wipfel sich majestätisch der Kuppelbau der Sternwarte dem Himmelszelt entgegenwölbt. Wenngleich der Dom hoch und weit ist, heute ist er ihm zu eng, und wenn er sonst die Wunder des Himmels mit gewaltigem Fernrohr und anderem seltsamen Meßgerät durchmustert, heute will er sie so sehen, wie sie der gewöhnliche Sterbliche zu sehen vermag. So bescheidet er sich mit dem Platze auf der kleinen steinernen Bank vor seinem „Heiligtum".

... Angestrengt blickt sein Auge nach der Gegend des Sternbilds der Cassiopeia, dessen charakteristische W-Form hoch über seinem Scheitel steht. Dem einsamen Astronomen ist zu Mute, als müßte heute ein gewaltiges Ereignis am Himmel stattfinden, dessen erster Zeuge er sein würde!

Wäre es nicht denkbar, daß dort oben ein neuer Stern aufflammte, ein neuer Stern, den er als erster sehen dürfte, den er benennen dürfte, wie er es wollte?

... Stunden vergehen in bangem Harren. —

Da! Mit einem Male flammt es auf, gerade dort, wo er gehofft, wo er etwas erwartet hatte! Ein Freudenschrei entringt sich seiner Brust!

...Der neue Stern!...

Aber nur für einen Augenblick, dann schießt in feuriger Bahn ein Meteor dahin... eine glühende Träne... und... zerfließt, zerfließt in Nichts!

...mit ihm wieder eine Hoffnung...

Er, der sich eben noch als Uebermensch fühlte, hoch erhaben über der Nichtigkeit und Flüchtigkeit irdischen Erlebens, — der glaubte, endlich, endlich das Ziel seiner Wünsche erreicht zu haben, sieht sich mit einem Schlage vernichtet, — sich und sein ganzes Glück! ...leise tönt

und klingt die Musik der Sphären. Aber vernehmen kann sie nur der, der wirklich Uebermensch, der wirklich über dem Erdenleid und Erdenjammer steht, — ahnen, auch der, der, wenngleich weit vom Uebermenschen entfernt, doch hoch über dem Alltagsmenschen steht... leise tönt und klingt die Musik der Sphären, ...tönt und klingt...

...Sieh! Es glitzert so herrlich der Sterne Heer!
...Horch! Es flüstert dir zu:
„Tauche hinein ins unendliche Meer!
Findst in ihm deine Ruh'!"

Auch er ahnt es nur, er hört es nicht, denn er ist ja nur ein Mensch, besser wohl als viele, — aber eben doch kein Uebermensch!

Hochverehrte Stifterin!
Meine Herren Professoren, Doktoren u. Kommilitonen! Sie alle meine Damen und Herren!

Was mag wohl der Grund sein, daß die Himmelskunde von einem großen Teil der Menschheit als eine rein ideale Wissenschaft betrachtet wird, die so gar nichts mit der Praxis des Lebens gemein hätte, was ferner der Grund sein, daß ihre Vertreter, die Astronomen, als eine Art Geheimwissenschaftler angesehen werden?

Hat etwa die Weltabgeschiedenheit, in der die Himmelsforscher ihrer Arbeit nachgehen, oder der mangelhafte Schulunterricht auf dem Gebiete der Himmelskunde zu einer solchen Unkenntnis und Verkennung der praktischen Bedeutung dieser Wissenschaft geführt?

Wohl mag ersteres ein klein wenig schuld daran sein, jedoch bei weitem die größte Schuld ist unserer Schule zuzuschreiben. Erinnern Sie sich nur einmal an die Stunden in mathematischer, „quasi-astronomischer" Erdkunde, die Ihnen in den, bezw. und richtiger in der obersten Klasse Ihrer Schulzeit beschieden waren, und Sie werden mir zugeben, daß Sie mit mehr leidigen als freudigen Gefühlen an diese „erhebende" Zeit zurückdenken. Wenigen, mathematisch etwas durchgebildeten Schülern sind jene Stunden erbaulich gewesen, das soll nicht bestritten werden, der weitaus größere Teil der Klasse dagegen wird für eine solche sogenannte Astronomie wohl schwerlich mehr übrig gehabt haben wie ein gelangweiltes Gähnen.

Keinem von beiden Teilen der Klasse ist aber wohl zum Bewußtsein gekommen, daß unsere gesamte Volks- und Weltwirtschaft, unser Handel und Verkehr in erster und letzter Linie von der Tätigkeit des Astronomen abhängt, daß ohne die Tätigkeit dieses Forschers auf dem Gebiete der Zeitrechnung und Zeitmessung ein geordneter Verkehr unter den Völkern des Erdballs illusorisch wäre; daß ohne die zur Ortsbestimmung auf freiem Meere nötigen astronomischen Instrumente, Tabellen und Jahrbücher, ohne Gezeitentafeln an eine geordnete Weltschiffahrt in ihrem heutigen Umfange nicht zu denken wäre.

Sie wußten nichts davon und lernten auch nicht, worin die Hauptbeschäftigung des Astronomen besteht. Sie glaubten, daß die besonders für die Erkenntnistheorie so wichtige Astrophysik das hauptsächlichste Arbeitsgebiet vorstelle, von deren Art Sie sich wiederum eine falsche Vorstellung machten, machen mußten. Denn die Behandlung von Fragen, wie sie in den nächsten Vorlesungen erfolgen soll, über „Werden und Vergehen im Weltall", „Bewohnbarkeit der Planeten" und „wie es auf unserem Monde aussieht", gehört, solange sie den Boden der beobachtbaren Wirklichkeit nicht allzusehr verläßt, zur Astrophysik. Nun haben sich Nichtastrophysiker, Laien, die mit den Mitteln einer grandiosen Phantasie begabt waren, wie z. B. Jules Verne u. a., mit diesen Problemen in einer zwar phantasievollen, aber eben phantasievollen Weise beschäftigt. Gerade die Mißgeburten solcher Phantasterei haben die Astrophysik in Verruf gebracht und in der Laienwelt, wie gesagt, zur Bildung einer völlig verkehrten Anschauung über diesen Zweig der astronomischen Wissenschaft Anlaß gegeben.

In der heutigen Vorlesung wird es meine Aufgabe sein, Sie mit den Forschungsmitteln und -Methoden des

Astrophysikers bekannt zu machen, und Ihnen dabei zu zeigen, welch gewaltige, harte Arbeit geleistet werden mußte, bis zu einer brauchbaren, wenngleich nicht hypothesenfreien Behandlung der astrophysikalischen Fragen auf kosmogonischem und kosmologischem Gebiete geschritten werden konnte. Deshalb habe ich Sie eingeladen, mit mir im Geiste einen Rundgang durch die Arbeitsräume einer Sternwarte zu unternehmen.

Um eine der bedeutendsten Sternwarten der Welt kennen zu lernen, ist keine Reise nach Amerika, etwa an das Yerkes- oder Lick-Observatorium nötig, wir brauchen nur nach Heidelberg zu gehen, auf die Königsstuhl-Sternwarte, die, dank den hervorragenden Leistungen Prof. Max Wolf's, auf dem Gebiete der Himmelsphotographie, Weltruf erlangt hat. Das Observatorium ist, was die Lage betrifft, wohl eines der geeignetsten, wo nicht das geeignetste von ganz Mitteleuropa.

Das Instrumentarium, dessen reicher, zum Teil alter und vorzüglicher Bestand unter der Leitung von Max Wolf in rationellster Weise verwertet wird, zeichnet sich besonders durch zwei Instrumente aus, den Bruce-Refraktor und das Spiegel-Teleskop, deren Besichtigung wir uns jetzt zuwenden.

Ein langer Flur im Hauptgebäude, zu dessen Seiten sich die Arbeits- und Meßräume des Direktors und seiner Assistenten befinden, führt zu einer Wendeltreppe, die im Kuppelbau des Bruceteleskops, einem doppelten photographischen Rohr mit Leitfernrohr, endet.

Was dem Laien zuerst auffällt, ist die eigenartige Montierung. Quer durch den Raum zieht eine mächtige Achse unter einem Winkel von nahezu 50° in der Richtung auf den nördlichen Himmelspol zu. Ihr oberes und unteres Ende ruht je auf einem Pfeiler, der zum Zwecke

größtmöglichster Erschütterungsfreiheit von dem Fußboden des Beobachtungsraumes getrennt und tief in der Erde verankert ist. Es ist die Polachse, an der der gesamte übrige Fernrohrkörper hängt. Man nennt diese Montierung parallaktisch. Da das Fernrohr mit Hilfe eines Uhrwerks der scheinbaren täglichen Drehung des Himmelsgewölbes nachgeführt wird, ist die Anwendung der bei Erdfernrohren gebräuchlichen alt-azimutalen Aufstellung ausgeschlossen.

Wollte man nämlich der Bewegung eines Gestirns nachfolgen, so müßte man, da diese in einer zum Horizont schiefen Ebene erfolgt, zwei Bewegungen, erst in horizontaler und dann in vertikaler Richtung ausführen. Bei der parallaktischen Aufstellung ist dies unnötig. Hier braucht man nur das Teleskop auf die gewünschte Declination, dh. Abweichung, — die unserer geographischen Breite am Himmel entsprechende Koordinate des betreffenden Gestirns einzustellen. Dies geschieht mit Hilfe eines Teilkreises, der sich an der zur Polachse senkrechten Declinationssachse befindet. Dann wird auf den Stundenwinkel des Gestirns mit dem den unteren Polachsenteil abschließenden Teilkreis eingerichtet, das Uhrwerk in Gang gesetzt und man — könnte beobachten. Indessen, ganz so einfach gestaltet sich die Sache doch nicht: das Uhrwerk, mag es auch noch so hervorragende Präcisionsarbeit darstellen, ist als menschliches Kunstwerk immer mit, wenn selbst geringen Fehlern behaftet. Wäre dies nicht der Fall, dann freilich würde sich eine photographische Himmelsaufnahme leicht gestalten. Man hätte das Objekt, welches man auf die Mitte der photographischen Platte gebannt wissen wollte, in die Mitte des im Leitfernrohr ausgespannten Fadenkreuzes zu bringen, das Uhrwerk einzuschalten, nach der entsprechenden Belichtungsdauer abzustellen, die Kassette mit der Platte ab-

zunehmen usw. Aber, da erstens die Zahnung der Werkräder nie völlig fehlerfrei herzustellen ist, andererseits Temperatureinflüsse entsprechende Störungen bewirken, darf man dem Uhrwerk nie vertrauen. Daraus ergibt sich die Notwendigkeit, daß der Astronom während der Dauer der photographischen Aufnahme stets am Leitfernrohr zu beobachten und darauf acht zu geben hat, daß das betreffende Gestirn hübsch in der Mitte des Fadenkreuzes bleibt. Versucht das Individium nach irgend einer Seite aus dem Gesichtsfeld Reißaus zu nehmen, so muß der Beobachter die Schnelligkeit des Uhrwerkgangs mit der elektrischen Feinbewegung so regulieren, daß der Fall des Ausweichens nicht mehr statthaben kann. Das ist während der oft nächtelangen Belichtungsdauer, wie sie bei der Aufnahme lichtschwacher Stellen am Himmel vorkommt, eine keineswegs unterhaltende oder gar poëtische Beschäftigung, zumal sich einem die Möglichkeit, einen derartigen Beobachter zu spielen, sowohl im Sommer bei größter Hitze wie im Winter bei bitterstem Frost bieten kann.

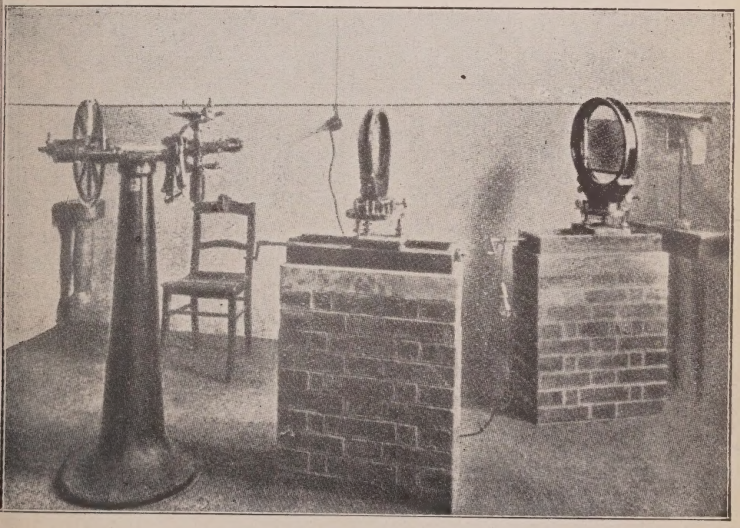
Gegen sommerliche Hitze kann man wohl kaum viel tun, im Winter muß man sich wohl oder übel damit abfinden, daß Heiz- und Wärmevorrichtungen in der Sternwarte — sofern sie überhaupt vorhanden sind — nicht angewandt werden dürfen, weil die dadurch entstehende wallende Luftbewegung ein genaues Beobachten wie scharfe photographische Aufnahmen zur Unmöglichkeit machen würde.

Wir sprachen vorhin vom Leitfernrohr. Sicherlich haben Sie schon an kleineren Instrumenten sogenannte Sucher angebracht gesehen, kleine Fernrohre mit schwacher Vergrößerung und großem Gesichtsfeld, in dessen Mitte sich ein Fadenkreuz befindet. Hierdurch wird ein rasches Auffinden der gesuchten Objekte gewährleistet. „Wäre es nicht genügend", könnten Sie

fragen, „einen solchen Sucher parallel zum Hauptrohr anzubringen statt des mächtigen Leitfernrohrs?“ — Gewiß! Früher wurde die Methode angewandt; bei den immer wachsenden Anforderungen an Präcisionsgenauigkeit aber und den zu manchen Zwecken erforderlichen, starken Vergrößerungen entdeckte man bald eine Fehlerquelle, die ehedem vernachlässigt werden konnte. So große Fernrohrkörper, wie sie heute zur Verwendung kommen, erleiden infolge ihrer Schwere Durchbiegungen zu beiden Seiten ihres Achsenaufhängungspunktes und damit eine Dezentrierung des optischen Systems, was bei den kurzen Suchfernrohren selbstverständlich gar nicht auftreten kann. Bei verschiedenen Stellungen des Tubus wird die Durchbiegung eine unterschiedliche sein; die Möglichkeit der Feststellung ihres numerischen Betrags entgeht einem natürlich, wofern man sich nur des Suchers als Halterohr bedient. Deshalb nimmt man ein Leitfernrohr zu Hilfe, dessen Brennweite derjenigen des photographischen Rohres nahezu gleich oder größer als diese ist und schließt beide, visuelles wie photographisches Rohr in einen gemeinsamen Mantel ein. So wird erstens eine gleichmäßige Verteilung der Durchbiegung und zweitens erhöhte Stabilität des ganzen Systems erzielt.

Da das Leitfernrohr für Beobachtungszwecke dient, muß sein Objektiv für die optisch wirksame Strahlung corrigiert sein, während bei dem photographischen Rohr die Linsencorrection für die chemisch wirksame, kurzwellige Strahlung nötig ist. Bei den photographischen Objektiven ist ferner zu berücksichtigen, daß die gewöhnlichen für Beobachtungsfernrohre zur Verwendung gelangenden Flint- und Crownglaslinsen die chemisch wirksamsten, violetten und ultravioletten Strahlen fast völlig absorbieren. Aus diesem Grunde werden die Photoobjektive aus Quarz und Kalkspat hergestellt,

Heidelberger Sternwarte (Königstuhl)
Im Hintergrunde rechts das Hauptgebäude.



Meßraum.

die beide für die genannte Strahlung in hohem Maße durchlässig sind. Für das Gelingen einer photographischen Himmelsaufnahme ist endlich noch die Wahl der Plattensorte von grundlegender Wichtigkeit. Da es sich um Fixierung feinster Details handelt, sind auch nur Platten mit feinstem Schichtkorn zulässig. Dies bringt einen Nachteil mit sich, als Platten dieser Art äußerst lichtunempfindlich sind, mithin eine lange Belichtungsdauer beanspruchen. Die lichtempfindlichsten Platten besitzen wieder das größte Korn, sind aus diesem Grunde für himmelsphotographische Zwecke nicht verwertbar. Es bleibt nichts anderes übrig, als während der für die feinkörnigen Platten erforderlichen langen Belichtungsdauer, für eine Vermeidung jeglicher Fehlerquellen von Seiten des Uhrwerks oder der Durchbiegung durch exacteste Beobachtung am Leitrohr Sorge zu tragen. Dann und nur dann darf man auf erfolgreiche Arbeit hoffen.

Weil eben von optisch und chemisch wirksamer Strahlung die Rede war, halte ich es für angebracht, kurz auf die Grundzüge der Spektralanalyse einzugehen. Die optisch wirksamen Strahlen liegen zwischen den Farbteilen Rot bis Violett des Spektrums. Dieses entsteht, wenn wir weißes Licht, das von einem glühenden Körper (festen oder flüssigen) ausgeht, durch ein Prisma, zerlegen. Die Strahlen werden, ihrer verschiedenen Wellenlänge entsprechend, durch ein optisch dichteres Medium, im vorliegenden Falle Glas, verschieden stark gebrochen und abgelenkt. Läßt man z. B. weißes Licht durch einen Spalt auf das Prisma auffallen, so wird auf einem dahinter gehaltenen Schirm das Spaltbild in ein Farbband auseinandergezogen. Es entstehen die bekannten Regenbogenfarben: rot, orange, gelb, grün, blau, indigo und violett in allmählichen Uebergängen, wobei Rot am wenigsten von der ur-

sprünglichen Strahlrichtung abweicht. Wir hatten oben den Vorbehalt: „fest oder flüssig“ gemacht. Das führt uns nun zum ersten Kirchhoff'schen Gesetz in der Spektralanalyse, das besagt:

„Ein glühend fester oder glühend flüssiger Körper sendet Licht jeder Wellengattung von den kürzesten bis zu den längsten Wellen aus, dh. er liefert im Spektroskop ein kontinuierliches Spektrum.“

Ein solcher Körper gleicht, wenn wir einen akustischen Vergleich [Vergleiche hinken leider immer, so auch dieser] wählen wollen, einem Klavier, dessen sämtliche Tasten angeschlagen werden.

Anders verhält sich die Sache bei einem gasförmig-glühenden Körper; während ein fester oder flüssiger Körper so dicht ist, daß seine einzelnen Atome nicht frei schwingen können, ist bei Gasen die Beweglichkeit derselben nicht gehemmt, und so können sie mit der ihnen eigenen Schwingungszahl ihre Schwingungen ausführen. Jedes Gas wird also entsprechend der Beschaffenheit und Schwingungsdauer der es zusammensetzenden Atome ungehemmt die Schwingungen auszusenden vermögen, die für das Gas eben charakteristisch sind. So zeigt Natrium zwei dicht beieinander liegende gelbe Linien, die einer Wellenlänge — diese hängt ja von der Schwingungsdauer ab — von 589,7 bis 589,0 μ ($\mu = 1/10\,000$ mm) entsprechen. Dies drückt der zweite Kirchhoff'sche Satz aus:

„Ein glühendes Glas sendet Licht bestimmter Wellenlängen aus, erzeugt somit kein kontinuierliches Spektrum, sondern liefert nur einzelne helle Linien, die der Schwingungsdauer der Gasatome entsprechen; ein solches Spektrum bezeichnet man als Linienspektrum. Akustisch gesprochen: es werden einzelne Tasten des Klaviers angeschlagen.“

Kirchhoff hatte seine Gesetze auf Grund der von Fraunhofer gemachten Entdeckung der Absorptionslinien im Sonnenspektrum aufgestellt. Fraunhofer beobachtete in diesem dunkle Linien, die nach ihm als Fraunhofer'sche Linien bezeichnet werden. Das sonst kontinuierliche Sonnenspektrum war also an einzelnen Stellen durch senkrechte Linien unterbrochen, die ihre gegenseitige Stellung dauernd beibehalten. Wie war diese Erscheinung zu erklären?

Sie werden mir gestatten, wenn ich diesmal das akustische Analogon in Form einer wahren Erzählung vorwegnehme, da wir so die Erscheinung am besten zu erläutern imstande sind. Mein alter Freund, ein etwas nervöser Physikprofessor, kommt ziemlich matt abends nach Hause und möchte seine Ruhe haben. Allein es kann der Frömmste diesmal nicht in Ruhe leben, wenn es dem bösen Nachbar nicht gefällt. Letzterer, der neben ihm seine Wohnung hat, besitzt ein Klavier, das er abends in der Regel zu mißhandeln pflegt. Der Physiker versucht auf alle mögliche Weise, dem Geklimper ein Ende zu machen. Da er seinem Nachbar indessen nicht verbieten kann, daß dieser sich auf seine Art Erholung verschafft, kommt er auf den Gedanken, eine Filzwand zwischen den beiden Wohnungen anzubringen, die die akustischen Schwingungen nahezu verschwinden läßt. — Eines schönen Tages aber versucht sich unser Physiker auf dem Gebiete der Akustik. Da kommt ihm der Nachbar nun sehr gelegen. Während dieser ahnungslos den Einzug der Götter in Walhall spielt, beginnt der Professor nebenan einen feinen Schlitz in die Filzwand zu schneiden und — hört den diesmal ersehnten Klang der schwingenden Saiten. Die Größe des Schlitzes ward so bemessen, daß eines jener kleinen Blättchen, die in den Mundharmonikas sich befinden, gerade den Spalt deckte. Ein solches Blättchen

entnimmt unser Physiker der der Zerstörungswut seines jüngsten Sprößlings anheimgefallenen Mundharfe und befestigt es mit seinem oberen Ende an der Filzwand. Plötzlich beginnt der Fluß der Töne Unterbrechungen zu erleiden und zwar immer an einer bestimmten Stelle. Ein genaues Zusehen ergibt, daß die kleine Feder z. Zt. des Tonausfalls in Schwingung gerät. Was geht hier vor? Schlägt der Nachbar eine Saite an, die z. B. die Schwingungsdauer des Tones a besitzt und besitzt das Blättchen aus der Mundharmonika dieselbe Schwingungsdauer, so bringen die vom Klavierton a herkommenden Wellen das Blättchen zum Mitschwingen. Da dessen Schwingungen sehr schwach sind, vermögen sie nicht so laut hörbar zu werden, wie diejenigen des Klaviers. Letztere haben ihre Kraft bei der Erregung des Blättchens verbraucht, somit tritt eine überaus starke Tonschwächung und, sagen wir ruhig, Absorption, Vernichtung ein. Auch Töne nahezu derselben Schwingungsdauer sind imstande, das Blättchen zu erregen. — Der Professor kann sich über den Erfolg des Versuchs sicherlich nicht beklagen.

Uebertragen wir das Gesagte aufs optische Gebiet, so heißt das als dritter Kirchhoff'scher Satz:

„Ein glühend fester oder flüssiger Körper liefert ein kontiunierliches Spektrum; eine ihn umgebende Gashülle von niedrigerer Temperatur, die bestimmte Eigenschwingungen besitzt, liefert an sich ein Linienspektrum. Die vom Zentralkörper ausgehenden Strahlen vermögen nun durch die Atmosphäre durchzudringen, mit Ausnahme derjenigen, die die gleiche Schwingungsdauer wie die Gasatome haben. Es müssen demnach an den betreffenden Spektralstellen Schwächungen oder völlige Absorptionen eintreten.

Ein solches Spektrum zeigt die Sonne und die Mehrzahl der Fixsterne, man nennt es ein Absorptionsspektrum. Da man nun ganz genau die Lage der Spektrallinien gasförmiger Elemente aus Laboratoriumsversuchen kennt, so kann man aus den Absorptionsspektren der Fixsterne direkt deren physikalisch-chemische Eigenschaften ablesen.

Ein Zusatz muß hier noch eingefügt werden. Nämlich: innerlich hinreichend dichte Gase, deren Dichte nach außen abnimmt, oder dicke Gasschichten vermögen gleichfalls Absorptionsspektra zu geben, was für die Erkenntnis der Natur einiger, früher für Sternhaufen gehaltener Nebelflecke (Andromeda-Nebel u. a.) von Bedeutung ist. Im Falle sich vor dem glühend festen oder flüssigen Körper Gase höherer Temperaturen lagern, werden die betreffenden Spektralteile nicht dunkel sondern verstärkt erscheinen. Mit fortschreitender Verdichtung der Gase vollzieht sich der allmähliche Uebergang des Linienspektrums über das Banden — zum kontinuierlichen Spektrum. Der vierte Kirchhoff'sche Satz lautet demgemäß:

„Mit zunehmender Verdichtung oder Verdickung glühender Gasmassen tritt Verwaschenheit der Linien ein, beim Absorptionsspektrum Breiterwerden der dunklen Linien, beim Linienspektrum Breiterwerden der hellen Linien, was schließlich den Uebergang zum kontinuierlichen Spektrum nach sich ziehen wird. Solche Spektren nennt man Bandenspektren.

Wichtig für die messende Astronomie, für die Astrometrie, ist der sogenannte Dopplereffekt, der sich in Verschiebungen der Spektrallinien zu erkennen gibt. Nehmen wir an, auf einem in Fahrt befindlichen Eisenbahnwagen stünde ein Schütze, der jede Sekunde einen

Schuß auf eine Zielscheibe abgibt, welcher er sich nähert. Die Kugel wird eine bestimmte Zeit brauchen, bis sie am Ziel ankommt; nach einer Sekunde jagt das nächste Geschoß aus dem Lauf, die Entfernung zum Ziel hat sich inzwischen verkleinert, mithin wird diese Kugel vor Ablauf der für die letzte Flugdauer erforderlichen Zeit bereits am Ziele sein. Entfernt sich der Schütze vom Ziel, so tritt das Umgekehrte ein. Die Entfernung wird größer und größer, die Kugel braucht immer länger, um bis zum Ziele zu gelangen.

Das entsprechende akustische Experiment haben Sie sicher alle schon ausprobieren können. Nähert sich uns eine pfeifende Lokomotive, so wird der Pfeifenton während der Annäherung immer höher, und sinkt wieder mit wachsender Entfernung, dh. die Schwingungszahl des Tones nimmt zuerst zu, dann ab.

Genau dasselbe findet beim Licht statt. Nähert sich ein leuchtender Himmelskörper unserer Erde, so erscheinen im Falle des Absorptions- oder Linienspektrums die Linien nach der Seite größerer Schwingungszahl, kleinerer Wellenlänge, also nach Violett hin verschoben. Im Falle der Entfernung tritt Verschiebung der Linien gegen Rot ein. Die Größe der Verschiebung läßt die Berechnung der relativen Annäherungs- bezw. Entfernungsgeschwindigkeit jenes Körpers zu. Somit ist man in der Lage, die Bewegung von Sternen auf uns zu oder von uns weg — im Visionsradius — zu bestimmen. Dieses Doppler'sche Prinzip gibt zugleich ein vorzügliches Mittel zur Bestimmung der Rotationsdauer von Planeten und Sonne an die Hand. Man braucht nur auf den Rand eines solchen Objekts einzustellen, der sich uns infolge der Rotation des betr. Körpers nähert, die Lage der Spektrallinien auszumessen, das gleiche am anderen sich entfernenden Rand vorzunehmen, und erhält so aus der Differenz der Ver-

schiebungen die doppelte Rotationsgröße. Zur Sicherheit vergleicht man beide Messungen mit einer an der Mitte des Objekts vorgenommenen Bestimmung, wodurch man 2 Werte erhält, die je die richtige Rotationsdauer angeben.

Sie sehen daraus, meine Damen und Herren!, wie wertvolle Aufschlüsse uns die Spektralanalyse zu liefern imstande ist, vor allem, weil uns die Photographie hier mächtig unter die Arme greift, indem sie das Ausmessen der photographierten Spektren in aller Ruhe im Meßraum gestattet. Außerdem wies uns ja die Photographie zuerst darauf hin, daß das Spektrum mit der sichtbaren Strahlung noch kein Ende nimmt, sondern sich nach der kurzwelligen Seite wesentlich weiter erstreckt. Auch in diesem sogenannten ultravioletten Spektralteil sind Absorptionslinien vorhanden, was uns eben die photographische Aufnahme zeigt. Die Feststellung dieser Tatsache ließ die Vermutung aufkommen, daß ebenso eine Erweiterung der Strahlung nach dem langwelligen Teil zu finden sei. Da die langen Wellen Wärmestrahlung darstellen, bediente man sich zuerst eines mit Alkohol befeuchteten Papiers, auf welches man die vermutete unsichtbare Strahlung auffallen ließ. In der Tat zeigte sich, daß der Schluß richtig war, und die Stellen, an welchen Absorptionslinien auftreten, kennzeichneten sich durch weniger rasches Trocknen der betreffenden Stellen des alkoholgetränkten Papiers. Heute geht man freilich nicht so primitiv vor, sondern benützt das Bolometer. Es besteht aus einer Wheatstone'schen Brücke, die in einem ihrer 4 Zweige ein berußtes Platinblech trägt. Herrscht Gleichgewicht im System, so schlägt das Brückengalvanometer nicht aus. Läßt man nun den ultra-roten Spektralteil über das Platinblech „gleiten", so wird dieses erwärmt, es tritt Gleichgewichtsstörung ein, das Galvanometer

schlägt aus. [An den Stellen mit Absorptionslinien bleibt es selbstverständlich in Ruhe.]

So hat es der Astrophysiker fertig gebracht, unsichtbare Strahlung wahrnehmbar zu machen. Vor allem war es die ultraviolette Strahlung, die eines schönen Tages die „Astronomie des Unsichtbaren" begründete. Die Bezeichnung hat vielleicht etwas mystischen Anstrich und mag den Herrschaften, die die Astronomen für Dunkelmänner anzusehen belieben, Wasser auf ihre Mühle sein, da hier gewissermaßen ein „Beweis" vorliegt, daß die Astronomie zu der Reihe der okkulten Wissenschaften zu zählen ist. Indessen ist die Sache nicht halb so gefährlich. Max Wolf photographierte gelegentlich einen Teil der Milchstraße im Sternbild des Schwans und fand nachher auf der Platte ein Gebilde vor, das er bis dato noch nie wahrgenommen hatte, das er bei der Beobachtung nie sah und das weder er, noch irgend ein anderer Sterblicher jemals zu erblicken imstande sein wird. Es handelt sich um Gasmassen, die lediglich ultraviolette Strahlen aussenden, die unseren Augen selbst unter Zuhilfenahme stärkster optischer Hilfsmittel nie zur Wahrnehmung gelangen können. Das Gebilde besitzt die charakteristische Form Nord-Amerikas und läuft demgemäß unter der Bezeichnung Nord-Amerika-Nebel. Inzwischen sind noch mehrere Himmelskörper mit ultravioletter Strahlung entdeckt worden.

Haben wir eine photographische Aufnahme, gleich welcher Art — eine Spektral- oder gewöhnliche Himmelsaufnahme — gemacht, so interessiert es uns zu erfahren, was mit der Platte alles passiert. In beiden Fällen, dh. bei der spektralanalytischen oder anderen Aufnahme, wird mit Schluß der Belichtung der Objektivverschluß vorgezogen, der Kassettenschieber eingeführt, Kassette mit Platte abgenommen und zur Dunkel-

kammer befördert. Hier wird unter Abhaltung jedes Tageslichts die Platte entnommen, in den Entwickler gebracht und vorsichtig auf alle Einzelheiten „durchgearbeitet", kurz gewässert und ins Fixierbad gelegt. Wie lange sie in den einzelnen „Bädern" bleibt, hängt von der Art der Aufnahme, der Dauer ihrer Belichtung usw. ab. Es gehört zur richtigen Behandlung einer solchen Aufnahme eine reiche Erfahrung, keinesfalls kommt man mit den Kenntnissen, die jeder Amateur-Photograph zu besitzen pflegt, aus! Nach nochmaliger langer Wässerung, die der Entfernung der auf der Platte vorhandenen schichtzersetzenden Säurereste dient, wird die Platte getrocknet und schließlich in den Meßraum übergeführt. Hier findet eine genaue Ausmessung statt. Haben wir eine Sternaufnahme, so kann es sich entweder um Festlegung der Koordinaten einzelner Sterne (in Rektascension und Deklination) handeln. Dann spannt man die Platte in einen Rahmen ein, und mißt sie mit einem in einiger Entfernung aufgestellten Beobachtungsfernrohr, das ein Fadenmikrometer besitzt, aus. Bei der Messung wählt man einen auf der Platte vorhandenen, seiner Position nach bekannten Stern zum Ausgangspunkt. Man mißt an den Teilstrichen des Mikrometers, die entsprechend geeicht sind, die Zahl der den Bogengraden, -Minuten und -Sekunden entsprechenden Längen in Millimetern, die zwischen dem bekannten und dem auszumessenden Sternort liegen. Unter Umständen hat man zur Arbeitserleichterung vor der Hauptaufnahme unter Vorbelichtung ein Koordinatennetz auf die Platte copiert.

Oder kann auch der Fall einer Helligkeitsbestimmung vorliegen, dann wird aus dem gemessenen Durchmesser des Sternscheibchens, vor allem aber aus der Dichte des Niederschlags auf der Platte, die Helligkeit noch nicht photometrisch bestimmter Sterne festgestellt.

Je heller ein Gestirn ist, umso kräftigere Ueberstrahlungserscheinungen werden dabei auftreten und die Durchmesserbestimmung unsicher machen. Man muß mithin bei hellen Gestirnen die Methode der Dichtebestimmung des Niederschlags allein zur Anwendung kommen lassen.

Liegen zwei zu verschiedenen Zeiten gemachte Aufnahmen zum Vergleich vor, so bedient man sich des Stereocomparators. Zum Beispiel wollen wir nachsehen, ob in der von uns photographierten Himmelsgegend sich irgend ein neuer kleiner Planet, ein Planetoid oder vielleicht ein Komet vorfindet, so legen wir die beiden Platten unter den Stereocomparator. Da es eine mühselige Arbeit wäre, die Positionen aller Sterne auf jeder Platte zu messen und zu vergleichen, bedient man sich der stereoskopischen Methode. Die Körper, die auf der einen Platte da, auf der anderen, infolge ihrer inzwischen durch die Bewegung veränderten Stellung an anderer Stelle stehen, werden durch das stereoskopische Sehen vor den übrigen Sternen herausgehoben, scheinen vor ihnen „im Raume zu schweben." Damit ist der Beweis geliefert, daß hier ein Körper mit „eigener Bewegung" vorliegt. Auf diese Weise sind die Eigenbewegungen einiger Fixsterne festgestellt worden, wie auch Max Wolf eine Unzahl von Planetoiden derart zu entdecken vermochte.

Die frühere Methode Planetoiden aufzufinden, bestand darin, daß man das Fernrohr der scheinbaren täglichen Bewegung des Himmels folgen ließ, womit erzielt wurde, daß die Fixsterne als feine runde Scheibchen auf der Platte erschienen, während rascher bewegte Körper, wie die Planetoiden, Planeten und Kometen einen ihrer Bahnbewegung entsprechenden längeren oder kürzeren Strich auf der Platte hinterließen. Auch dadurch daß man das Uhrwerk der für die Schnelligkeitsgrenzen

der Planetoiden berechneten Bewegung folgen ließ, kam man zum Ziele. Nur war dann der Planetoid scharf begrenzt, die Sterne zu Strichen ausgezogen. Diese Methode wird vorzugsweise bei Kometenaufnahmen angewandt, da hier die naturgetreue Abbildung des seltenen Gastes in Betracht kommt, während die Fixsterne in diesem Falle Nebensache sind.

Die Bestimmung der Eigengeschwindigkeiten von Himmelskörpern führt uns auf das interessante Gebiet der Doppel- und mehrfachen Sterne. Aus den Eigenbewegungen können wir die Umlaufsdauer der Systeme um ihren Schwerpunkt berechnen, in Verbindung mit der durch Parallaxebestimmungen ermöglichten Errechnung der Entfernung des Systems von unserem Sonnensystem, die Entfernung der einzelnen Komponenten voneinander ermitteln. Hieraus, letzten Endes, lassen sich die Massen und Dichten der Körper bestimmen. Die spektroskopischen Beobachtungen geben den Rest der gewünschten Aufklärung, indem sie uns die chemische Zusammensetzung, damit das Entwicklungsstadium jener Körper wissen lassen. Haben wir ein solches Sternsystem vor uns, dessen Komponenten in der Ebene unseres Visionsradius' ihre Bahnen beschreiben und liegen diese so dicht beieinander, daß die Erkennung der einzelnen Körper auf die unendliche Entfernung weder visuell noch photographisch möglich ist, so kann nur die Methode der Spektrallinienverschiebung uns die Bewegungsvorgänge offenbaren, aus denen das Weitere leicht zu berechnen ist.

Alle die genannten Methoden lassen uns nicht allein spezielle Bewegungsvorgänge im Weltall erkennen, wie sie in Doppelsternen und mehrfachen Systemen, Sternhaufen und Nebelflecken auftreten, sondern sie geben uns auch Nachricht von großen kosmischen Bewegungsbahnen, von Sternschwärmen und Sternströ-

men, doch müssen wir uns ein Eingehen auf dieses interessante Kapitel leider versagen.

An Fehlern, die bei der Aufnahme von Himmelsgegenden vorkommen, und die Meßgenauigkeit beeinträchtigen, müssen noch behandelt werden: 1. die normale Distorsion, 2. die anormale. Die erstere Erscheinung rührt davon her, daß durch die Projektion des kugelförmig erscheinenden Himmelsgewölbes auf die Plattenebene unbedingt eine Koordinatenverzerrung eintritt. Dementsprechend muß die Projection des aufkopierten oder bei der Ausmessung zur Verwendung kommenden Koordinatennetzes gestaltet sein.

Die anormale Verzerrung tritt nur im Falle der Fehlerhaftigkeit des photographischen Objektivs auf, ist mithin bei der hervorragenden Güte unserer heutigen Objektive gleich Null zu setzen.

Ein weit gefährlicherer Feind für photographische Aufnahmen ist die atmosphärische Unruhe. Sie macht oft die Arbeit vieler Stunden zunichte, indem sie durch plötzliche Luftströmungen hervorgerufen, die Bilder der Sternscheibchen verwaschen macht und damit jede genaue Messung ausschließt.

Ueberraschend ist dagegen, daß beim Trocknen der Platte die Gelatineschicht, von der man eine starke Schrumpfung erwarten könnte, keine die Messungsgenauigkeit beeinflussende Aenderung erfährt.

Haben wir eine Ausmessung einer Spektralaufnahme vorzunehmen, so müssen wir überaus vorsichtig zu Werke gehen. Das von einem Gestirn kommende Licht muß ja unsere Atmosphäre durchdringen, und so werden neben den dem Gestirn angehörigen Absorptionslinien auch noch erdatmosphärische Linien vorkommen, die selbstverständlich bei der Messung unberücksichtigt bleiben müssen. Ihre Erkennung geht so vor sich, daß man das Gestirn einmal bei seiner höch-

sten Stellung über dem Horizont, dh. bei seinem oberen Meridiandurchgang, und einmal in der Nähe des Horizonts bei Auf- bezw. Untergang sein Spektrum auf die photographische Platte entwerfen läßt. Im letzten Falle muß das Sternenlicht eine dickere Atmosphärenschicht durchlaufen, die sogenannten tellurischen, unserer Lufthülle angehörenden Spektrallinien werden stärker und verwaschener erscheinen als auf der ersten Aufnahme. Bei Sonnenaufnahmen kommt man am besten weg, da man den Spektroskopspalt nur von der Sonnenmitte nach dem Sonnenrand zu bewegen hat; infolge des Doppler'schen Effekts werden die Linien der Sonne, wie früher auseinandergesetzt, verschoben, während die atmosphärischen Linien ihre Stellung beibehalten.

Die „Bewegungsmethode", wie wir sie nennen können, wird speziell bei der Sonne zu sehr wertvollen Arbeiten benützt. Wollen wir zum Beispiel wissen, wie die Verteilung des Wasserstoffs, des Heliums oder sonst eines Elementes auf der Sonne ist, so blenden wir alle Teile des Spektrums ab bis auf die dem Elemente entsprechenden Linien und bewegen den Spektrographen über das Bild der Sonne weg. So erhalten wir ein getreues Bild von der Sonne im Lichte der betreffenden Linien usw.

Die bisherigen Ausführungen, meine Damen und Herren!, haben Ihnen, hoffe ich, einen gedrängten Ueberblick über die Art und Weise der Behandlung und Ausmessung der Himmelsphotographien zu geben vermocht und zugleich gezeigt, wie viele Fehler berücksichtigt werden müssen, will man das Resultat seiner Arbeit befriedigend nennen können — wieviel Erfahrung vor allen Dingen dazugehört, um die ganze Praxis der Himmelsphotographie richtig auszuüben.

So großartige Erfolge der Bruce-Refraktor auf dem Gebiet der Himmelsphotographie gezeitigt hat, ein Mangel ist dennoch vorhanden, das ist die starke Absorption der Strahlung, die durch das Glas des Objektivs bewirkt wird. Bei einer Aufnahme lichtschwacher Objekte muß daher die Belichtungsdauer sehr groß gewählt werden, will man überhaupt etwas Brauchbares auf der Platte sehen. Diesen Uebelstand besitzt das jetzt zu besprechende Instrument nicht, es ist das Spiegelteleskop. Wie beim Brucerefraktor die Montierung zuerst unsere Aufmerksamkeit in Anspruch nahm, so auch beim Reflektor. — Als Refraktoren bezeichnet man Linsenfernrohre, bei denen die Lichtbrechung die Hauptrolle spielt, als Reflektoren die Spiegelteleskope, bei welchen die Vereinigung der aus dem Weltraum kommenden, parallelen Strahlen durch Spiegelung an einem Parabolspiegel in dessen vorderem Brennpunkt erfolgt. — In schwerer, gußeiserner Gabel lagert das Fernrohr an seiner Deklinationssache, während das untere Gabelende auf den Kopf der durch die Beobachtungsbühne nach unten sich fortsetzenden Polachse aufgesetzt ist. Das untere Ende dieser Achse ist zum Zweck der Systembalance mit einem mächtigen Gegengewicht versehen. Wie beim Bruceteleskop greift auch hier an einem an der Polachse angebrachten Zahnradkranz das „Uhrwerk der täglichen Bewegung“ ein. Parallel zum Hauptrohr ist ein kleines Leitfernrohr angeordnet, das den gleichen Zweck wie bei anderen Instrumenten erfüllt. Allerdings ist der ganze Körper des Spiegelteleskops sehr leicht gebaut und eine Durchbiegung fast unmöglich. Es kann sich also hier bei photographischen Aufnahmen nur um Berichtigung des Uhrwerkgangs handeln. Die von einem Gestirn herrührenden Strahlen werden nach ihrem Auftreffen auf die hochpolierte Silberspiegelfläche reflektiert und im vor-

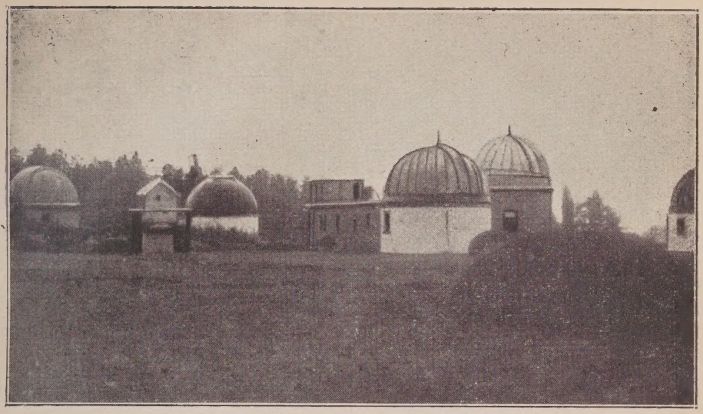
deren Brennpunkt des Parabolspiegels vereinigt. Vor der Vereinigungsstelle der Strahlen ist ein unter 45° geneigter Planspiegel (elliptisch) eingeschaltet, der die Strahlen nach der Tubuswand hin reflektiert. An der betreffenden Stelle ist diese durchbrochen und zur Aufnahme des Okularstutzens, bei visueller — der photographischen Kassette, bei Benützung zu Himmelsaufnahmen, eingerichtet. Das Gesichtsfeld ist infolge der schiefen Projektion des unter 45° geneigten Planspiegels selbstverständlich kreisförmig begrenzt. Die mit dem Reflektor erhaltenen Himmelsaufnahmen zeichnen sich zufolge der geringeren Lichtschwächung durch große Helligkeit der photographierten Objekte aus. Weiter findet keinerlei Absorption der chemisch wirksamen Strahlung bei der Spiegelung statt. Das Instrument ist also sowohl zu visuellen wie zu photographischen Zwecken gleich gut geeignet. Die durch die sphärische Gestalt der Glaslinsen bewirkte sphärische Aberration kommt hier ebenfalls in Wegfall.

Eine verschiedene Brechung der einzelnen Lichtgattungen ist von vornherein ausgeschlossen. Das sekundäre Spektrum, das bei den besten Linsenobjektiven immer auftritt, ist demnach nicht vorhanden. Demgegenüber sind die Nachteile, wie der Wegfall der durch den Planspiegel genommenen Strahlung, praktisch völlig zu vernachlässigen. Die durch die Temperatur bewirkten Deformationen des Spiegels sind ebenfalls nahezu Null. Das einzig Unangenehme, was in Frage kommen könnte, ist, daß der Spiegel nach ungefähr 5—6 Jahren infolge der Einwirkung der Atmosphärilien „blind" zu werden beginnt, dann wieder neu versilbert werden muß. Aber das ist keine große Arbeit, die man gerne auf sich nimmt, in Anbetracht der ungeheuren Vorteile, die ein Spiegel-

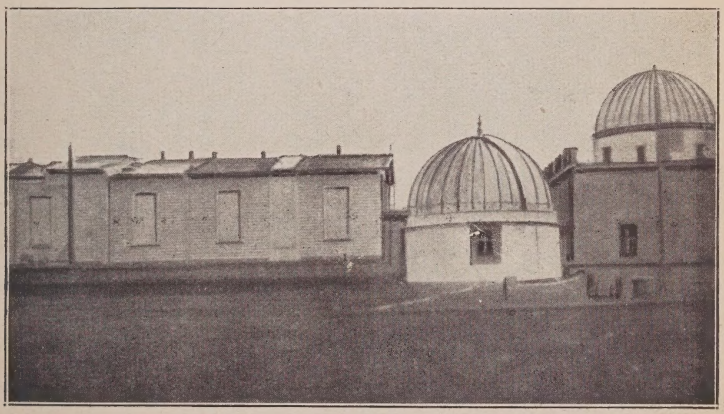
teleskop gegenüber photographischen Refraktoren besitzt. Man beginnt heute deshalb wieder mehr und mehr, Spiegelteleskope zu verwenden und gleichermaßen in den Dienst der direkten Beobachtung wie der photographischen Verwertung zu stellen. Daß diese Instrumente sich besonders für die Beobachtung lichtschwacher Objekte, wie Nebelflecken, Kometen und dergl., eignen, braucht kaum erwähnt zu werden.

Bis jetzt haben wir uns eigentlich nur mit Instrumenten befaßt, die für die Astrophysik von Bedeutung sind, zugleich die Methoden der Verwertung astrophysikalischer Forschungsergebnisse behandelt; bleibt uns noch ein Besuch der Gebäulichkeiten übrig, die die für die Zeitmessung wichtigen Instrumente bergen. Das wird das Schlußkapital unserer heutigen Wanderung sein.

Neben der Unzahl kuppelförmiger Gebäude nimmt sich ein langgestreckter Bau, der mit 2 grossen Spalten in der Nord-Süd-Richtung versehen ist, ganz eigentümlich aus. Er ist es, den der Astronom als das Heiligtum der Himmelskunde bezeichnet. In ihm sind 2 Instrumente aufgestellt, die um eine in der Richtung Ost-West liegende horizontale Achse beweglich sind. Mit andern Worten, die Fernrohre können nur in der Meridian- oder Mittagsebene in Höhe eingestellt werden. Ein stabiles gußeisernes Ringgerüst, das die Achsenlager trägt, ruht auf einem bis tief in die Erde eingelassenen Betonpfeiler, weil hier mehr als bei den übrigen Instrumenten (siehe Bruce Teleskop) die Vermeidung von Erschütterungen jeder Art Grundbedingung für exactes Messen ist. Deshalb ist auch der Fußboden, wie bei den anderen Instrumenten unterbrochen, damit die durch das Gehen auf demselben bewirkten leichten Erschütterungen sich nicht dem Instrument mitzuteilen vermögen. Dies hätte



Sternwartengebäude des Heidelberger Observatoriums.



Meridianhaus.

ıtürlich eine Lageänderung zufolge, die sich bei der ır Anwendung gelangenden starken Vergrößerung ıtsprechend vervielfachte und genaue Messungen aus- hlösse. Wenngleich die Reibung der Achsen infolge er Kugellagerung einen kaum merklichen Betrag er- icht, sind doch noch Gegengewichte zur weiteren Ent- stung angebracht.

Die beiden Instrumente, deren eines das einfache assageninstrument, deren anderes der hochemp- ndliche und mit ausgesuchtester Präcision verfertigte eridiankreis ist, sind im Prinzip ein und dasselbe. e beide besitzen einen Höhen- zugleich Deklinations- eis von einem Durchmesser von durchschnittlich 95 n, der bis auf 2 Bogenminuten eingeteilt ist, also ins- esamt 10 800 Teilstriche besitzt, zudem mit Hilfe von ikroskopen abgelesen wird. — Die Kreisteilung wird it automatischen Teilmaschinen aufgetragen und ist ı allgemeinen in Neusilber ausgeführt. — Nur so ist es öglich, die für die Festlegung einer Gestirnslage in eklination notwendige Messungsgenauigkeit zu erreichen.

Da für die Zeitmessung vor allen Dingen die genaue enntnis der Rektascensionen nötig ist, muß diese mit ilfe der Methode des Meridiandurchgangs bestimmt erden. Der Punkt des Himmelsgewölbes, an dem sich er Mittelpunkt der Sonne am Tag der Frühlingsan- ngs (21. März) befindet, wird der Frühlingspunkt ge- annt. Von ihm aus wird die Rektascension, auch ge- ade Aufsteigung, auf dem Himmelsäquator im egenuhrzeigersinn, in Richtung Süd, Ost, Nord, West ırück zum Ausgangspunkt von 0h bis 24h oder in Gra- en von 0 bis 360 gezählt. Kulminiert für den Beobach- ngsort der Frühlingspunkt, so ist 0h Sternzeit, ein um 6° nach Osten zu entferntes Gestirn wird demgemäß m 1 h Sternzeit den Meridian des Standorts passieren üssen. Daraus resultiert, daß bei Kenntnis der Rektas-

cension eines Gestirns mit dessen Meridiandurchgan auch die Ortssternzeit gegeben ist. Im Fernrohr befi det sich ein senkrecht zur Horizontebene ausgespannt Faden, der gewissermaßen die Mittagslinie des Beobac tungsortes darstellt. Der Astronom beobachtet de Durchgang eines Gestirns durch diesen Faden und kan durch Vergleich des beobachteten Moments mit der An gabe seiner Uhr den Fehler der letzteren feststelle (Eine genauere Darstellung der Methode findet sic im Schlußwort „Staat und Sternwarte".)

Um zu verhindern, daß die feine Kreisteilung vo allem beim Meridiankreis durch die Temperatur Ver zerrungen erleidet, die bei der Ablesung des Kre ses mit Mikroskopen eben schließlich bemerkbar sin ist man hier in der Vorsicht sehr weit gegangen. De Spalt des Gebäudes ist groß und breit gehalten, un sofortigen Temperaturausgleich zwischen innen und au ßen zu erhalten. Um den unteren Teil des Teilkreise sind Schutzbleche angebracht, die die Wärmestrahlun des Beobachters abhalten sollen. Ebenso sind über di Enden des Fernrohrs Schutzhülsen gegen die Beobach terwärme gestülpt. Der Riesenraum, in dem sich da Instrument befindet, steht mithin in gar keinem Ver hältnis zu dessen Ausmaßen. Der Meridiansaal besitz eine Höhe, die ungefähr 2½ mal so groß als die gesamt ca. 3 m betragende Fernrohrlänge ist. Damit soll nu keineswegs denen Recht gegeben werden, die die Astro nomen für kleinliche und pedantische Nörgler zu halte die Gewohnheit haben, denn, um den gesteigerten An forderungen, wie sie der heutige Verkehr an die ge naue Zeitmessung stellt, gerecht werden zu können muß unbedingt mit solch peinlicher, peinlichster Accu ratesse verfahren werden.

Noch eines: da die Abschwächung des Lichts hell leuchtender Objekte wie der Sonne und des Monde

durch Blendgläser nicht zweckmäßig ist, bei der Sonne unter Umständen das Blendglas durch die Brennpunktshitze leicht zum Springen gebracht werden kann, hat man vor dem Objektiv Drahtgeflechte angebracht, die die Lichtschwächung besorgen (Abb.). Das auf unendlich eingestellte Fernrohr bildet die dicht vor dem Objektiv befindlichen Drahtnetze nicht ab, sondern bewirkt lediglich die erforderliche und gewünschte Schwächung der einfallenden Strahlung.

Außer zur Zeitregistrierung und zu Positionsbestimmungen von Fixsternen dient der Meridiankreis zur Festlegung der veränderlichen Koordinaten von Kometen, Planeten usw. Diese Daten sind für die Bahnberechnung der genannten Himmelskörper gerade das Wichtigste, und deshalb allein muß der Meridiankreis mit ganz besonderer Liebe und Sorgfalt behandelt werden.

Verlassen wir den Meridiansaal und lassen uns von der an seinem Ende beginnenden Wendeltreppe in die Kuppel des großen, für visuelle Beobachtungen allein bestimmten Refraktors (Abb.) führen, so wird unser für Montierungen ganz besonders geschärfter Blick sofort einen Unterschied zwischen den bisher betrachteten Fernrohraufstellungen und dieser entdecken. Statt der großen Polachse des Bruce-Teleskops und ihren 2 Lagerpfeilern sehen wir nur mehr einen nach oben sich verjüngenden konischen Mittelpfeiler, dessen Kopf den gußeisernen Polhöhenwinkel trägt. Auf diesem ruht das Lager für die kurze Polachse. Am oberen Ende der Polachse befindet sich das Lager der zu ihr senkrechten Deklinationsachse; zugleich ist hier auch ein Teilkreis für Rektascension angebracht, der durch eine kleine Fernrohrkonstruktion mit Spiegel vom Okularende des Hauptrohrs aus betrachtet und abgelesen werden kann. Der Sichtbarmachung der Teilung wäh-

rend der Nacht dient die elektrische Kleinbeleuchtung des Einstellungskreises. Das untere Ende der Polachse ist mit einem Zahnradkranz abgeschlossen, in den das Uhrwerk eingreift. Die Deklinationsachse trägt, wie beim Bruce-Teleskop auf der einen Seite das Fernrohr auf der anderen das Gegengewicht. Zugleich ist auf der Deklinationsachse, und zwar auf der Fernrohrseite der Teilkreis angebracht, der wieder mit Beobachtungsfernrohr vom Okular aus betrachtet wird und ebenfalls mit Beleuchtungsvorrichtung versehen ist. Mehrere Sucherfernrohre sind am Hauptrohr montiert, die der rohen Einstellung des Instruments dienen. Die am Okularkopf auslaufenden Hebel sind zur Feinbewegung des Refraktors in Rektascension und Deklination, zur Klemmung des Instruments in den Koordinaten des zu beobachtenden Objekts, sowie zum Oeffnen und Schließen des Objektivdeckels. Kleine Schalter zur Beleuchtung des Fadenkreuzes bei Nachtbeobachtungen — dieses würde sich sonst nicht vom dunklen Himmelsgrund abheben — Schalter für die Kreisbeleuchtung und endlich Schalter für das Uhrwerk und die elektrische Regulierung desselben finden sich am Okularende vor. Dieses selbst ist mit dem für Meßzwecke unentbehrlichen Positionsfadenmikrometer versehen, einem feststehenden Fadennetz, sowie einem beweglichen Rahmen mit Faden, dessen Lage im Gesichtsfeld an einer Meßtrommel abgelesen wird. Außerdem ist das ganze System noch um die optische Achse des Fernrohrs drehbar.

Damit wären die Konstruktionseinzelheiten einigermaßen behandelt. Die eben besprochene Aufstellungsart dieses Fernrohrs nennt man die deutsche, im Gegensatz zu der des Bruce-Refraktors, die als englische bezeichnet wird. Beide Systeme können als gleich stabil betrachtet werden.

In der Kuppel jedes Instruments befindet sich
chließlich eine astronomische Sternzeituhr, damit
er Beobachter immer genaue Zeit hat. Die Kuppel
elbst läuft auf Kugellagern und ist sehr leicht zu be-
egen. Bei modernen Sternwarten wird auch sie gleich
em Fernrohr durch ein Uhrwerk in 24 Stunden einmal
erumgeführt. Um zenitale Beobachtungen zu ermög-
chen, erstreckt sich der Kuppelspalt bis über das Ze-
it des Beobachters hinaus. — Damit wäre auch hier-
ber das Nötige gesagt.

Ueber all das, was an diesen Instrumenten, Re-
raktoren und Reflektoren beobachtet wird, was
ir Schlüsse in theoretischer Hinsicht sich auf diesen
eobachtungsergebnissen aufbauen, darüber mag in den
ächsten Vorlesungen das Wichtigste mitgeteilt werden.

2. Vorlesung.

Werden und Vergehen im Weltall.

Die Tatsache, daß heute mehr denn je Weltuntergangspropheten in erschreckender Anzahl auftreten, die unserer guten Mutter Erde allerhand Schlimmes für die nächste Zukunft weissagen, die Tatsache ferner, daß die von diesen Herren gehaltenen Vorträge und verfaßten Broschüren sich eines regen Zuspruchs erfreuen, läßt neben Symptomen krankhafter Natur auch ein sehr wichtiges erkennen. Dieses weist darauf hin, daß bei manchen der durch derartige Veranstaltungen angeregten Kreise von Menschen ein wahrhaft tiefes Interesse an Weltbildungs- und mehr natürlicherweise an Weltuntergangsfragen vorhanden ist. Daher scheint es angebracht zu sein, diese Fragen zu behandeln und zwar, wie ich gleich im Voraus bemerken möchte, äußerst kritisch zu behandeln. Sie werden am Schluß unserer heutigen Betrachtungen sehen, daß die Summe derselben keineswegs positiv ausfallen konnte und könnten mir vielleicht ernstlich böse sein, daß ich Ihnen so wenig wirklich Brauchbares zu bieten vermochte. Allein der Umstand, daß wir trotz einer hochentwickelten Astrophysik nur wenig über kosmogonische Vorgänge wissen, mag es erklärlich machen, weshalb wir mit solch delikater Vorsicht zu Werke gehen. Zu Ihrem Trost darf ich Ihnen mitteilen, daß an einen Weltuntergang, auch bei der gegenwärtigen Schlechtigkeit der Menschen, auf Grund zuverlässiger astronomischer Berechnungen nicht gedacht zu werden braucht, weshalb wir auf das „Vergehen im

eltall“ nicht eingehen wollen. Zudem stellt sich her-
ıs, daß bei der Broschüre, wie sie ein Herr Brandler-
·acht mit der Bemerkung „auf Grund genauer astro-
›mischer Berechnungen“ herausgegeben hat, es sich um
nen Druckfehlerteufel handelt, der sich mit vollster
›sicht einstellte. In Wirklichkeit liegen keine astro-
›mischen, sondern astrologischen Berechnungen vor.
:ber solchen läppischen Unsinn und kindlichen Aber-
auben dürften wir auf Grund unserer so sehr und so
t gerühmten hohen Kulturstufe denn doch wirklich
nweg sein.

Die Fülle vorhandener kosmogonischer Theorien
vingt uns gleich zu Beginn in den Bannkreis schärf-
er Kritik und sorgsamster Auslese. Da sind es die
teren Theorien, die Neburlarhypothesen von Kant
ıd von Laplace, die in ihren Grundlagen einen
auchbaren, positiven Kern enthalten, dessen Fortfüh-
ng und Ausbildung von ihren Begründern indessen in
ner den heutigen wissenschaftlichen Standpunkt nicht
friedigenden Richtung erfolgt ist.

Die Grundannahme, unser Sonnensystem habe seine
ıtstehung einem Urnebel zu verdanken, darf als ein-
andfrei, ja als richtig bezeichnet werden, wiewohl wir
ıs bewußt sein müssen, daß dies nichts weiter als eine
ypothese ist, die wohl durch die Erscheinungen
e Nebelflecke, eine weitgehende Stütze findet. Auch,
ıß die Nebelmaterie in ihrer ursprünglichen Ausdeh-
ıng bis oder über die Neptunsbahn hinaus sich er-
reckt haben soll, kann als durchaus wahrscheinlich
ngenommen werden. Die neueren Kosmogonien ma-
ien bekanntlich alle diese Voraussetzung.

Kant nimmt nun an: Die Massen senken sich zu
nem irgendwie vorgebildeten Verdichtungsknoten hin,
:r die zukünftige Sonne vorstellen mag. Das Hinsinken
folgt auf verschiedenen, oft entgegengesetzten Rich-

tungen. Mit der Zeit wird es durch die häufigen Z
sammenstöße der Gasnebelteilchen zur Ausbildung
ner gemeinsamen Bewegungsrichtung kommen, in d
sie auf nahezu kreisförmigen Bahnen, die in derselb
oder fast derselben Ebene liegen mögen, das Zentra
gestirn umlaufen. Neben dem zentralen Verdichtung
knoten bilden sich weitere, die zukünftigen Planete
Umlagernde Materieteilchen werden von den Planete
körpern zur eigenen Massenvergrößerung benützt, te
weise auch zu Monden verwendet. Kant nimmt als
keine anfängliche Konzentration aller Materie im Mi
telpunkt an.

Anders Laplace: Er läßt einen glühenden Gasba
durch zunehmende Verdichtung der Materie im Systen
mittelpunkt entstehen, der sich anfangs in langsame
Rotation befand und durch fortschreitende Condensatio
zu einer Beschleunigung dieser Achsendrehung gelang
Die am Aequatorumfang der Kugel auftretende Zentr
fugalkraft gewinnt schließlich das Uebergewicht übe
die Gravitation des Zentralgestirns und läßt die Ab
lösung eines Materierings (Plateau) am Aequator zu
Dieses Spiel mag sich des öfteren wiederholt haben un
so oft, als die Anzahl der Planeten unseres Systems be
trägt. In dem Gasnebelring bildete sich durch irgen
welche Umstände eine Verdichtung, die die übrige Ring
masse nach und nach mit sich vereinigte. So entstand
dann ein Planet. Was bei der Sonne im großen sich ab
spielte, geschah bei jedem Planeten entsprechend sei
ner Masse und Dichte ein oder mehrere Male und
führte somit zur Bildung mehr oder weniger zahl-
reicher Monde.

Wenn die Hypothese Laplace's zur Erklärung der
Entwicklung des gesamten Sonnensystems nicht an-
wendbar ist, so kann sie in vieler Hinsicht als ge-
nügend und wissenschaftlich widerspruchslos für die

Bildungsweise der Monde Verwendung finden. Hierauf werden wir später nochmals zurückkommen müssen, wenn wir das Kapitel „Unser Mond“ zur Behandlung bringen.

Ich halte es für zweckmäßig, vor Betrachtung der heutigen wissenschaftlich einwandfreien Gedanken zur Weltbildung Ihnen die Meinung dreier Forscher, Arrhenius, Chamberlin und Moulton, vorzutragen und zu zeigen, wie es kommen konnte, daß ihre Hypothesen so viel Anklang fangen, nur weil sie mit den beobachtbaren Erscheinungen im Einklang stehen, während völlig vergessen wurde, daß ihre Annahmen mit den dynamischen und kinematischen Prinzipien an vielen Punkten nicht vereinbar sind.

An einer Stelle am Himmel, an der bisher völliges Dunkel herrschte, erscheint plötzlich ein leuchtendes Gestirn, ein „neuer Stern“, eine „Nova“. Was ist geschehen? Zwei erloschene Sterne sind mit unheimlicher Wut aufeinander geprallt, und die beim Zusammenstoß entwickelte Reibungsenergie hat beide Körper zunächst oberflächlich, dann auch in inneren Teilen zum Glühen und Schmelzen, ja zur Verwandlung in glühende Gasmaterie gebracht. Temperaturdifferenzen zwischen noch kalten und den glühenden Teilen bewirken Glutausbrüche, die mit rasender Geschwindigkeit von der Unfallstelle wegstreben und so ein wildwogendes Gasmeer im Glutzustand um die vereinigte Hauptmasse der beiden zusammengeprallten Körper bilden. Wir sehen das Bild des Orionnebels vor uns mit seiner wallenden Materie und gedenken unwillkürlich des Schiller'schen Worts:

... Und es wallet und siedet und brauset und zischt,
Wie wenn Wasser mit Feuer sich mengt,
Bis zum Himmel spritzet der dampfende Gischt
Und Flut auf Flut sich ohn' Ende drängt ...

Ein Bild, das uns die Erhabenheit der Natur in gewaltigstem Maßstabe vor Augen führt und uns so recht die Kümmerlichkeit und Kleinheit menschlichen Geschehens und Erlebens aufzeigt. Teile jener abgeschleuderten Materie verlassen das System mit einer Geschwindigkeit, die es ihnen verstattet, dieses auch endgültig zu verlassen, und durchziehen als Meteorschwärme und Kometen das Weltall nach allen Richtungen.

Nun kann es nach Chamberlin-Moulton auch möglich sein, daß nur ein Vorbeigang eines Sterns an einem anderen stattfindet; beide Körper waren vielleicht zu weit entfernt, um in ihrer ursprünglichen Verfassung uns sichtbar zu sein. Jetzt erregt der größere Körper auf dem kleineren (nach Analogie Erde = Mond) auf der ihm zugewandten wie entgegengesetzten Seite eine Flutwelle glühender Atmosphärenteile, die beim Durchgang des Sterns durch das Periastron, Sternnähe, ihre größte Höhe erreicht. Die ausgestoßene Materie wird der Bewegungsrichtung des vorbeieilenden Gestirns nachfolgen und demzufolge die Gestalt zweier gegenüberliegender, diametral entspringender Spiralarme annehmen, wie das alle Spiralnebel hübsch und klar erkennen lassen. Verdichtungsknoten innerhalb der Gasspiralen, gebildet vielleicht durch die Explosionsvorgänge wachsen mit der Zeit zu Planeten heran, diese nehmen die übrige umlagernde Materie zur Vergrößerung ihrer Masse an sich, die übrig bleibenden interplanetarischen Gasmassen verteilen sich gleichmäßig und können zur Erklärung des Zodiakallichtphänomens herangezogen werden.

Die andere Erklärung für die Entstehung der Spiralnebel geht von chaotischen Nebeln aus und führt über eine Zusammenballung der Gesamtmassen in einem

Zentrum zum Resultat der Spiralnebel (also ähnlich wie Laplace vorgeht).

Die Hauptmasse, in der es anfangs wild zugeht, beruhigt sich mit der Zeit und folgt der anziehenden Wirkung der im Zentrum vereinigten Hauptmasse der verschmolzenen Weltkörper.

Es wird zur Ausbildung einer mächtigen Sonne kommen, der entweder schon vor dem Zusammenstoß eine Rotation eigen war, oder erst durch das seitliche Auftreffen des zweiten Körpers eine solche verliehen wurde. Die zunehmende Kontraktion der Masse wird eine Beschleunigung der Achsendrehung nach sich ziehen, diese eine Abplattung der Kugel zum Ellipsoid bewirken, dessen kürzere Achse Drehungsachse ist. Schließlich wird eine Grenzform erreicht, die man als Mac-Laurinsche Grenzfigur bezeichnet, die endlich in das dreiachsige Jacobi'sche Ellipsoid überführt. Dieses ist unstabil und wird die Lostrennung äquatorialer Teile an den Stellen der Endpunkte der größten Aequatorachse zur Folge haben. Da der Körper rotiert, entsteht die Form eines Spiralnebels. Die anfänglich losgelösten Materieklumpen werden mit größter Wucht in weite Entfernung vom Mittelpunkt versetzt, während die zuletzt zur Abschleuderung gelangten Teile in engen Bahnen um das Zentrum kreisen werden. Die verbindenden Spiralstreifen von Nebelmaterie zwischen Sonne und Planeten verschwinden im Laufe der Zeit, da sie von diesen Teilen zur Massenbereicherung benützt werden. Wir haben nunmehr das Bild vor uns, wie es der berühmte Nebel in den Jagdhunden bietet. Das Sonnensystem ist fertig!

Meine Damen und Herren! Sie werden mir zugeben, daß Sie die Klarheit und Durchsichtigkeit dieser Hypothese im Innersten sicherlich etwas ergriffen und aus dem „kritischen Gleichgewicht" gebracht hat. Sie wer-

den es unbegreiflich finden, wie man einer solchen Hypothese heute den Laufpaß geben will, zumal doch Einzelheiten, wie Gleichheit der Umlaufsbewegungsrichtung der Planeten, die nahezu völlige Uebereinstimmung der Bahnebenen, der Theorie entsprechende Massenverteilung, eine einfache Deutung erhalten. Man könnte alles gelten lassen, wenn nicht eben all die Annahmen bei eingehender Betrachtung der physikalischen Verhältnisse als nicht zulässig erkannt worden wären.

Nehmen wir die Abschleuderung der Massenteilchen wie vorhin an, so müßte sich bei den Spiralnebeln eine Bewegung der Gasmassen unfehlbar nachweisen lassen. Bis heute ist aber etwas Derartiges noch nicht einwandfrei nachgewiesen worden und somit unsere kritische Haltung gerechtfertigt.

So sehr es zu empfehlen ist, als Außenstehender sich den Ansichten bedeutender Forscher anzuschließen — auf kosmogonischem Gebiete ist dies keinesfalls angebracht. Damit soll ebensowenig gesagt sein, daß sich nun jeder, wie dies wirklich oft geschieht, eine eigene Theorie bilden müsse, was leider zu einer bedauerlichen Kräftevergeudung in einzelnen Fällen geführt hat, die einer nützlicheren Sache wert gewesen wäre. So hat ein Ingenieur Hörbiger und ein verdienstvoller Astronom Fauth eine Glazialkosmogonie aufgestellt, die mit Einfällen kindischer und kindlicher Natur reich gesegnet ist. Ich halte es für gefährlich, wenn man eine solche Theorie als Wissenschaftler behandelt, denn damit gewinnt es den Anschein, als würde sie, trotz ihrer wissenschaftlichen Ablehnung in Wort und Bild, erkenntnistheoretisch nicht für ganz bedeutungslos gehalten werden. Deshalb vermeide ich eine Erörterung aufs Peinlichste und sage nochmals: schade um den

Zeitaufwand und die nutzlos vergeudete Energie, die besserer Arbeit wert gewesen wäre!

Gehen wir jetzt daran, fußend auf den Grundlagen der Nebularhypothese und der Kapteyn-Campbell'schen Theorie der Gravitationsvergrößerung den Entwicklungsgang unseres Sonnensystems zu betrachten, wie er sich vom gegenwärtigen wissenschaftlichen Standpunkt aus gestaltet haben kann, immer freilich, trotz der großen Wahrscheinlichkeit unserer Meinung, mit der Einschränkung: Irrtum vorbehalten!

Da wir uns von der Entstehung eines chaotischen Gasnebels, wie er im Orion vorliegt, kein treffendes Bild machen können, seine Bildung aber kaum durch den Zusammenstoß oder nahen Vorübergang zweier Sterne stattgefunden haben wird, bleibt uns nichts anderes übrig, wie mit dem „bereits Vorhandensein" eines Spiralnebels zu rechnen. Nun läßt gerade der Orionnebel eine eigentümliche Struktur erkennen, die uns auf gewisse bevorzugte Strömungsrichtungen in den Gasmassen hinweist, über deren Bildung wir leider wieder nicht im klaren sind. Vielleicht hat sich so die Umbildung vom chaotischen zum Spiralnebel vollzogen.

Die Schwierigkeit ist wohl darin zu suchen, daß wir die Bewegungsvorgänge deshalb nicht zu erklären imstande sind, weil wir nicht wissen, ob hier wirklich Gasmassen vorliegen oder eine Ansammlung von „Planck'schen Energiequanten", über deren gegenseitige Kräftewirkungen wir absolut, bis heute wenigstens, nichts aussagen können. Wohl mag die Annahme richtig sein, daß die Gasmoleküle durch Anlagerung mehrerer solcher Energieteilchen entstanden seien. Die Moleküle werden sich wiederum zu Molekülkomplexen vereinigt haben und zwar machen wir diese Annahme aus folgendem Grunde. Da im Spiral-

nebel der Strahlungsdruck eine wichtige Rolle z
spielen scheint, müssen wir die Dimensionen der Nebe
materieteilchen in die Grenzen zwischen $0{,}7 \cdot 10^{-4}$ un
$15 \cdot 10^{-4}$ mm bannen, da nur auf Teilchen dieser Grö
senordnung der Strahlungsdruck wirksam ist. Solch
Dimensionen können erst bei Molekülkomplexen au
treten, und so kamen wir zu jener Hypothese.

Sie wissen vielleicht, daß die Strahlung durch Ueber
mittlung der „Planck'schen" Energiepartikelchen er
folgt, die einen Druck auf eine senkrecht zu ihrer Be
wegungsrichtung stehende Fläche ausüben, dessen Be
trag sehr klein ist. Dieser Strahlungsdruck ist es
dem bei der Bildung der Kometenschweife die Haupt
rolle zukommt. Daher glaube ich, wird es nützlich und
da die Kometen allgemeinstes Interesse beanspruchen
auch interessant sein, wenn wir mit Hilfe der bei diesen
Körpern auftretenden Erscheinungen uns kurz über die
Natur des Strahlungsdrucks unterhalten.

Solange ein Komet draußen im Weltraum einher
wandert, hat er allgemein kugelige Gestalt. Sein Aus
sehen gleicht dem eines planetarischen Nebelflecks, ein
zentraler Verdichtungskern umgeben von einer unschar
begrenzten Gashülle. Bei Annäherung eines Kometen an
einen Stern, beispielsweise unsere Sonne, kommt es zur
Entwicklung eines stets dem Hauptkörper, Stern oder
Sonne, abgewandten Schweifes, der auf eine von die-
sem Gestirn ausgehende, abstoßende Kraft hinweist.
Der dichtere Kern folgt der Gravitation und eine
Zeit lang auch die den Kern umgebende Gasmaterie.
Bald aber macht sich der Strahlungsdruck bemerkbar,
treibt die Partikelchen der vorhin genannten Dimen-
sionen hinter den Kern zurück und führt die Entstehung
des Schweifs herbei.

Der Strahlungsdruck kann, wie aus dieser kurzen
Erörterung ersichtlich, nur bei Gasmassen geringer

Dichte und von der Zusammensetzung entsprechende Dimension besitzender Partikelchen zur Geltung kommen. Bei sternartigen, also dichten Körpern vermag der Strahlungsdruck, infolge der Absorption der von den inneren Teilen ausgehenden Strahlen durch die peripheren Oberflächenschichten, nur von letzteren auszugehen und ebenso, von anderer Seite kommend, nur auf die Oberfläche, zu wirken.

Bei den Nebeln dagegen kommt die Kraft sowohl von den inneren Teilen, wie auf die inneren Teile zur Geltung.

So wäre es denkbar, daß Gravitation und Strahlungsdruck einander im Urnebel das Gleichgewicht hielten, und daß allenfalls irgendwelche Kräfte elektromagnetischer Natur, deren Wirkungsweise uns bis jetzt unerkenntlich blieb, bei den Bewegungen innerhalb der Nebelmaterie in Erwägung gezogen werden müßten.

Was wir an Nebelflecken am Himmel beobachten, sind außer den chaotischen und wenigen kugel- oder ringförmigen, Spiralnebel. Von einem zentralen Verdichtungsknoten entspringen allgemein zwei diametrale Spiralstreifen, deren Windungen in gleichem Sinne verlaufen. Manche Forscher glauben aus den spektrographischen Ergebnissen schließen zu dürfen, daß einige dieser Nebel nichts anderes als Ansammlungen ungezählter Sterne, Sternhaufen sind. Während die meisten Spiralnebel ein Linienspektrum liefern, wie es für Gase charakteristisch ist, gibt es auch solche (Andremedanebel u. a.), die kontinuierliche Spektra und Absorptionsspektra zeigen, die im allgemeinen auf glühend feste oder -flüssige Körper deuten. Diese Forscher vergessen freilich, daß auch genügend dichte wie dicke Gasmassen Absorptionspektra zu liefern vermögen, und daß damit ihre Annahme zunächst fraglich

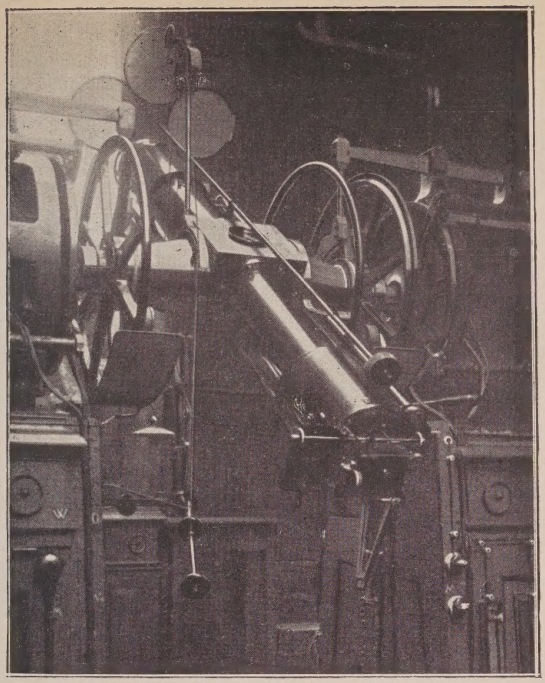
wird, ihre Umstürzung schließlich durch die Instabilität eines spiraligen Sternhaufens endgültig erfolgt.

Gasförmige Beschaffenheit zur Voraussetzung gemacht, fällt die Erklärung der Spiralnebel nicht sonderlich schwer, da wir die Modifierung der Gravitation durch den Strahlungsdruck sowie elektromagnetische Kräfte so annehmen dürfen, daß die Bewegungsvorgänge in den Nebelspiralen hinreichend erklärbar werden. Weiter ergibt sich im Falle der Spiralbewegung um den Zentralpunkt, daß die Anzahl der Windungen der Spiralen für das Alter eines Spiralnebels maßgebend ist, dh. daß ein Spiralnebel um so älter ist, je mehr Rotationen die Nebelspiralen um die Zentralmasse ausgeführt haben, je mehr Windungen eben die Spiralen aufweisen.

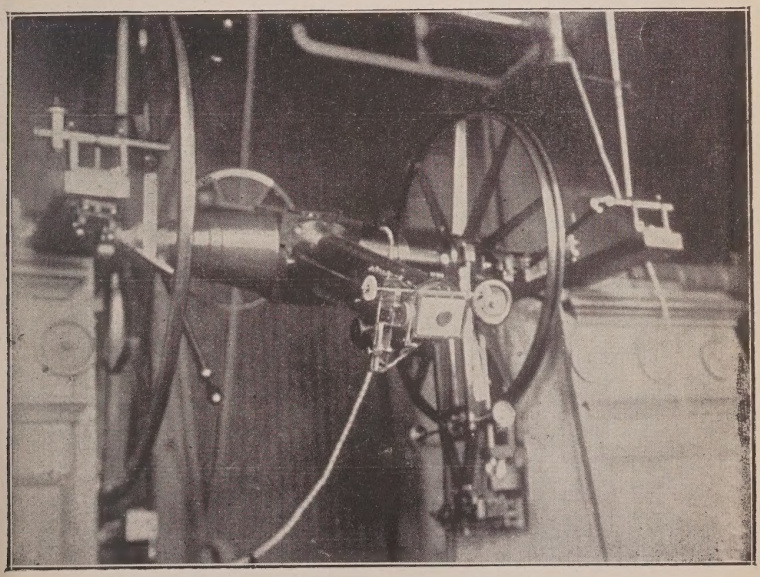
Daß wir die Chamberlin-Moulton'sche Hypothese für die Entstehung der Spiralnebel nur schwer annehmen können, da sie den nahen Vorübergang eines Sterns an einem anderen als causa efficiens betrachtet, ergibt sich daraus, daß ein solcher Nebel keine große Ausdehnung erlangen könnte, während eine solche in Wirklichkeit gerade besteht, und daß die Bewegungen der Spiralmaterie so schnell erfolgen müßten, daß diese Nebel äußerst häufig in der Nähe der Milchstraße anzutreffen wären, da sich hier die meisten Vorübergänge am besten ereignen können — was wiederum nicht der Fall ist. —

Daß die Sternhaufenhypothese nicht in Betracht kommt, ergibt sich aus dem Umstand, daß die wirklichen Sternhaufen fast sämtlich im Gebiete der Milchstraße liegen. Wohl kann aus einem Spiralnebel ein Sternhaufen entstehen, aber dann ist es eben kein Spiralnebel mehr; die Gestalt des Sternhaufens wird im allgemeinen kugel- oder linsenförmig sein müssen.

Die Gestalt der meisten Spiralnebel ist die ziemlich flachen Spirale, deren Materie nahezu in einer



Meridiankreis.



Passageninstrument.

Ebene liegt, deren zwei Arme, und das ist sehr wichtig, übereinstimmenden Drehsinn aufweisen.

Den Ausgangspunkt dieser Spiralen bildet fast ausnahmslos eine zentrale Verdichtung, die wir als zukünftige Sonne und damit als Schwer- und Mittelpunkt des späteren Planetensystems auffassen dürfen. So unerklärlich auf den ersten Anblick die spindelförmigen und linsengestalt besitzenden Nebelflecke zu sein scheinen, lassen sie sich doch ohne Schwierigkeit der Klasse der Spiralnebel einfügen, da sie, wie dies beim Andromedanebel und beim Nebel in der Berenice ja deutlich zu bemerken ist, lediglich in schiefer Projektion von uns gesehen werden.

Aus dem Bisherigen ergibt sich die geringe Neigung, die die Planetenbahnen gegenseitig aufweisen. Wo doch Störungen, dh. größere Neigungen auftreten, sind sie kein Gegenargument für unsere Darstellungsweise. Es gilt dann eben das Wort: Keine Regel ohne Ausnahme! Warum sollte es auch nicht möglich sein, kleine örtliche Abweichungen der Nebelmaterie, aus der allgemeinen Lageebene heraus, zuzulassen? Auf solche Art läßt sich mithin für die größere Neigung der Planetoidenbahnen und vor allem der Merkursbahn eine einfache Erklärung finden.

Für die Richtungen der Umlaufsbewegungen der Planeten um das Zentralgestirn ist der Drehsinn der Spirale zweifellos maßgebend, ohne daß hier erst von unserer Seite irgendwelche Absichtlichkeit hineingedacht zu werden braucht. (Das Gleiche gilt für die geringeren Bahnneigungen!) Die unzähligen Naturbeispiele von Spiralnebeln ergeben das alles von selbst, ihr Aussehen kann geradezu als einwandfreier Beweis für unsere Forderung nach allgemeiner, gleicher Bewegungsrichtung angesehen werden.

Bis jetzt wies der geschilderte Entwicklungsgang keine größere Schwierigkeit in der Deutung auf, alles war in schönster Harmonie und versprach auch weiterhin einer glücklichen Lösung entgegen zu gehen. Wenn wir uns an die Beobachtung des Verhältnisses: Sonnenrotation und Umlaufsbewegung der Planeten wagen, zwischen denen doch sicherlich ein enger Zusammenhang angenommen werden darf, so bemerken wir, daß die Umlaufsbewegung der Planeten gegenüber der Sonnenrotation viel größere Zeit in Anspruch nimmt, was darauf schließen läßt, daß im Urnebel den Kräften, die wir vorhin als Strahlungsdruck und elektromagnetische Kräfte angenommen haben, ein bedeutender Einfluß auf die Bewegungen zugegeben werden muß. Die Zusammenballung der Materie im Mittelpunkt des Nebels dürfen wir uns also keinesfalls als Produkt der rein gravitierenden Kräfte vorstellen, sondern müssen sie durch ein Zusammenschieben der Massen aus irgend welchen vorläufig unbekannten Ursachen entstanden denken.

Es war schon vor kurzem erwähnt worden, daß mit zunehmender Kontraktion einer glühendgasförmigen Masse der Strahlungsdruck immer mehr abnimmt und der Gravitation das Feld räumen muß. Dieser Tatsache bedienen wir uns zur Deutung der Exzentrizitäten der Planetenbahnen. Wie Sie wissen, bewegen sich alle Körper unseres Planetensystems in Ellipsen, in deren einem Brennpunkt die Sonne steht — das ist bekanntlich der Inhalt des ersten Kepler'schen Gesetzes. Die Differenz der Größenwerte der großen halben Achse und der kleinen — große Halbachse minus kleine Halbachse — wird als numerische Exzentrizität bezeichnet.

Wir dürfen nach dem Früheren ohne Bedenken die Hypothese einführen, daß die Bewegungen innerhalb

des Nebels zwar eine große, gemeinsame Richtung aufweisen, im Einzelnen aber, besonders größere Massenansammlungen, die späteren Planeten, infolge der sie umgebenden Materie eine gestörte Bewegung ausführen, die eine beträchtliche Exzentrizität der Bahn zur Folge haben wird. Die Möglichkeit zu einer Vergrösserung der Exzentrizität muß in der Sonnenferne, im Aphel, durch die störenden Einflüsse naturgemäß am größten sein, während beim Durchlaufen der sonnennahen Bahnteile, also im Perihel, eine beträchtliche Verkleinerung der Exzentrizität die Folge sein wird. Allmählich wird der Wechsel von Exzentrizitätsvergrösserung und -verkleinerung einen Ausgleich stattfinden lassen, der zu den heutigen Exzentrizitätswerten der Planetenbahnen führt. Hierzu waren mehrere Umläufe der Spiralstreifen um das Zentrum nötig, wie wir dies bei den Spiralnebeln auch beobachten. — Darauf gründet sich, wie Sie sich entsinnen, unsere frühere Aussage, daß die Anzahl der Spiralwindungen ein Maß für das Alter der Spiralnebel sein könne. — Bei den Massenteilchen, die sich von Anfang an in großer Entfernung vom Mittelpunkt befinden und auch im Perihel diesem nicht beträchtlich näher kommen, findet der Ausgleich relativ leicht statt.

Anders bei den sonnennächsten Teilchen. Diese können zwar in große Sonnennähe geraten und dadurch eine entsprechend starke Exzentrizitätsverkleinerung erleiden, sie müssen sich aber ebenso sehr von der Sonne entfernen und z. Zt. ihrer Sonnenferne von einer starken Exzentrizitätsvergrößerung betroffen werden. Der Ausgleich wird hier mit großen Schwierigkeiten verbunden sein und damit findet das Problem eine verhältnismäßig einfache Lösung.

Da das Massenverhältnis, in dem unsere Planeten zur Sonne stehen, äußerst klein ist, kann der Strah-

lungsdruck keine bedeutende Rolle gegenüber der Gravitation spielen. Die Kontraktion der kleinen Planetenmassen erfolgt während der Zeit ihrer Annäherung an die Sonne ziemlich schnell, so daß die Wirkung der Gravitation stark wird und die Exzentrizitätsverkleinerung bewirken muß.

Mit zunehmender Kontraktion des Zentralkörpers findet mithin eine Vergrößerung der Gravitation statt und durch diese eine bedeutende Verengung der Bahndimensionen, während die relativen Entfernungen der Planeten einer Vergrößerung unterworfen sind. Die Exzentrizitäten der Bahnen fordern nur, daß die Sonnenmasse sich soweit kontrahiert hat, daß die inneren Planeten beim Durchlaufen ihres Perihels ihre Bahnbewegung frei gestalten können.

Um über die Schnelligkeit der Sonnenkontraktion bis zur Größe der Merkursbahn eine klare Vorstellung zu gewinnen, müssen die Bedingungen, von denen die Wärmeausstrahlung und damit die Schnelligkeit der Schrumpfung abhängt, eingehender untersucht werden; sofern nämlich die Dichte des strahlenden Körpers gering ist, werden auch Strahlen aus den inneren Teilen zum Durchbruch und damit zur Geltung kommen, dh. es findet gewissermaßen eine Vergrößerung der ausstrahlenden Oberfläche statt, mithin auch der Stärke der Strahlung. Mit der schnelleren Ausstrahlung geht eine sehr schnelle Kontraktion als Wirkung Hand in Hand, die ihrerseits eine Beschleunigung der Rotationsgeschwindigkeit nach sich zieht. Die weniger dichten, peripheren Kugelteilen angehörenden Massen kühlen sich verhältnismäßig rascher ab als die inneren dichteren Teile.

Je mehr die Verdichtung fortschreitet, um so weniger Strahlung kann aus den inneren Teilen nach außen gelangen. Da wir aber dem ehemaligen Durchmesser

der Sonne die Dimension der Neptunsbahn zulegen können, wird die strahlende Oberfläche immer noch $40 . 10^6$ mal größer gewesen sein als die gegenwärtige. Die Strahlung wird demnach noch groß genug gewesen sein, um die weitere Kontraktion mit großer Geschwindigkeit zuzulassen. Diese wird anfangs die Größe der Fallgeschwindigkeit gehabt haben, später abgeflaut sein. Denn die Expansion der Gase, die entgegenwirkt, kommt erst zur Geltung, sobald die Verdichtung einen solchen Grad erreicht hat, daß die Verwandlung der potentiellen Energie in Wärme einen höheren Betrag annimmt. — Solange erfolgte die Kontraktion der Sonnenmasse und die damit in Tätigkeit gesetzte Verringerung der Planetenbahndurchmesser also mit Fallgeschwindigkeit. Dauerte die letztere auch noch an, als die Kontraktion eine Verlangsamung erfuhr, so war die Gefahr einer Kollision des sonnennächsten Körpers, Merkurs, mit der Sonnenatmosphäre gegeben, wenn nicht die Materie, die den Rest der Spiralstreifen ausmacht und die Größendimension der für den Strahlungsdruck empfindlichen Partikelchen besaß, also der Gravitation nicht unterworfen war, abbremsend wirkte. —

Immerhin kann angenommen werden, daß die Sonne z. Zt. des ersten Periheldurchgangs von Merkur bereits nicht mehr die Dimension der Bahn dieses Planeten besaß, somit keine Kollisionsgefahr mehr vorlag.

Wir haben schon früher gesehen, daß die Spiralstruktur des Nebels keine Stabilität aufweist, sowie sich die Anlagerung der Molekülkomplexe zu größeren Partikeln vollzogen hat, da dann die Größe der Teile den Strahlungsdruck nicht mehr zur Geltung kommen läßt, sondern unbedingt Zerfall der Spiralmaterie in Teile verschiedener Größe in die Wege leitet.

Das so entstandene System mag ungefähr dem Sternsystem der Plejaden ähnlich sehen, um deren Haupt-

körper sich ja noch sehr dichte Gasmassen lagern. Hier ist überdies erfüllt, daß eine zentrale Verdichtungsstelle gar nicht besteht, daß die einzelnen Komponenten sich lediglich um einen gemeinsamen Schwerpunkt bewegen. Die Verteilung der Massen wird nach der jeweiligen Dichte wie Dicke der Materie in den Nebelstreifen vor sich gegangen sein.

In unserem Falle befindet sich die Massenhauptansammlung im Zentrum des Spiralnebels, also muß die Dichte und Dicke an dieser Stelle von vornherein am bedeutendsten gewesen sein.

Bei den Planetoiden dagegen war die Materie in mehrere kleinere Verdichtungsknoten zerfallen. Da eine scharfe Grenze zwischen Planetoidenbahnen und der Jupiterbahn nicht besteht, fühlen wir uns ermächtigt, der einen Spirale den Zerfall in die großen Planeten Jupiter, Saturn, Uranus und Neptun, der anderen Spirale hingegen die Bildung der inneren Planeten Merkur, Venus, Erde-Mond, Mars und der Planetoiden zuzuschreiben. Auf diese Weise konnte eine Kreuzung von Jupiter- und Planetoidenbahnen, oder besser eine nahe Streifung beider Teile sehr wohl zustande kommen.

Zudem bietet sich damit eine Erklärungsmöglichkeit für die sogenannten irregulären Monde der äußeren Planeten, — die im Gegensatz zu den übrigen Monden dieser Körper gewaltige Unterschiede in Entfernung und Bewegung aufweisen — nämlich diese Monde als eingefangene Planetoiden zu halten.

Die verschiedene und teilweise große Neigung der Planetoidenbahnen kann durch eine Aufkrümmung des Spiralendes gedeutet werden.

Für die Verschiedenheit der stofflichen Konstitution der Planeten muß der Grund darin gesucht werden, daß diese eine Funktion der Masse

darstellt. Denn bei der Kontraktion verschieden großer Massen wird eine verschiedene Maximaltemperatur entstehen; diese ist aber für das Auftreten bezw. Nichtauftreten bestimmter chemischer Reaktionsvorgänge maßgebend.

Die in den Zwischenräumen zwischen den Planeten lagernden, noch nicht verbrauchten Nebelstreifenpartikelchen, die sich bis zu Molekülkomplexen herangebildet haben mögen, werden der Gravitation folgend kreisförmige Bahnen um den Zentralkörper beschreiben. Sie sind es, wie schon einmal bemerkt, die die Erscheinung des Tierkreis- oder Zodiakallichts bedingen.

Von Bedeutung für eine einigermaßen klare Vorstellung über die Bewegungsvorgänge im Inneren der Nebelmaterie ist letzten Endes die Kenntnis der Lage der Planetenrotationsachsen sowie des Rotationssinns. Nichts steht der Annahme im Wege, daß die Teilchen am vorderen konvexen Rand eines Spiralstreifens eine größere Geschwindigkeit besitzen, als die am Innenrand, also der konkaven Seite lagernden. Damit ist gesagt, daß die Rotation im gleichen Sinne wie die Umlaufsbewegung der Körper um die Sonne verläuft. Die wenigen Ausnahmen bei Uranus und seinen Monden, wo die Rotationsachse parallel zur Bahnebene liegt und die rückläufige Rotation Neptuns und seines Monds, stehen dem keineswegs entgegen. Sie lassen sich durch eine Aufbiegung des Spiralendes, ja auch dadurch beschreiben, daß man der am konkaven Teile der Spirale liegenden Materie, im Gegensatz zur ersten Behauptung freilich, eine größere Geschwindigkeit zuerteilt, wie derjenigen, die sich am vorderen konvexen Teile vorfinden.

Aus den Rotationsbeträgen von Sonne und Planeten ergeben sich äußerst interessante Schlüsse,

auf die Dicke und Dichte in der Verteilung der Nebelmaterie, aus denen diese Körper entstanden sind. Die Planetenknoten werden unter der Voraussetzung, daß ihre Verdichtung in gleicher oder nahezu gleicher Weise verläuft, außerdem der Geschwindigkeitsunterschied zwischen den Teilen der konvexen zu denen der konkaven Seite überall im gleichen Verhältnis steht, sowie endlich der Durchmesser, die Dicke der Nebelmaterie gleichen Wert besitzt, im Falle gleicher Masse eine gleich schnelle Rotation ausführen müssen. Führen wir die Rechnung für die Sonne, Jupiter und Saturn durch, reduzieren ihre Massen auf einen Mittelwert, so stimmt die Rechnung wenigstens in grober Approximation. Somit schließen wir, daß die Teile der Spirale, aus denen die drei genannten Körper sich gebildet haben, nahezu gleiche Dicke besitzen mußten, und der Massenunterschied in entsprechenden Dichteverhältnissen wie ungleicher Streifenlänge seine Ursache hatte.

Machen wir gleiche Dichte der Nebelmaterie zum Ausgangsmoment, so müßten die Planeten eine ihrer Dichte gleiche und entsprechende Achsendrehung aufzeigen. Eine Uebereinstimmung in dieser Hinsicht besteht zwischen den Planeten Jupiter, Uranus und dem Erde-Mondsystem. Ueber die Verhältnisse bei den Planeten Merkur, Venus, Mars und Neptun kann keine Angabe gefunden werden, solange die Rotationsdauer bei Merkur, Venus und Neptun nicht sicher festgestellt ist oder Gezeitenwirkungen ein uns unbekanntes Störungsmoment bewirken.

Die einstige Ausdehnung des Nebels, aus dem unser Planetensystem entstanden sein wird, besaß nach dem früher Gesagten eine weit größere Dimension als die des Durchmessers der Neptunsbahn. Erst die allmählich in die Erscheinung tretende und sich vergrössernde Gravitation war es, die die Schrumpfung des

onnenkörpers, wie die der Bahndimensionen zur Folge atte, die solange fortschritt bis der heutige Betrag rreicht war.

Was die großen Zusammenhänge im Weltgeschehen nlangt, so ist ihre Betrachtung überaus interessant, und eshalb wollen wir ihrer kurz Erwähnung tun. Die Hypothese Eastons, unsere Milchstraße stelle einen piralnebel sternhaufenartiger Natur dar, ist sehr bestechend und mag für den menschlichen Intellekt in gewissem Sinne sehr befriedigend sein. Allein widerspricht er Gültigkeit dieser Hypothese die Tatsache, daß die on Easton als ferne Milchstraßensysteme angesehenen piralnebel in Wirklichkeit uns sehr nahe liegen und sogar zu unserem Milchstraßensystem gehörige Teile arstellen. Die Behauptung einer Sternhaufenstruktur der piralnebel mußten wir schon früher ablehnen, da diese orm keinen Bestand haben könnte, die Sternhaufen ber allgemein kugel- oder linsenförmige Gestalt besitzen. Unsere Milchstraße als einen gewaltigen Sternaufen zu betrachten, ist dagegen wohl möglich. Er nag linsenartige Struktur besitzen und unser Sonnenystem scheint nahezu die Mitte dieser Linse einzuehmen.

Die Summe unserer Betrachtungen ergibt somit kein ein positives Resultat. Wenn unsere im Verlaufe der Vorlesung vorgebrachten, wissenschaftlich einwandreien Meinungen eine einheitliche Entstehungsweise ller Körper unseres Systems nicht mehr zulassen, o mag dies vom Standpunkt der früheren kosmogoischen Ansichten aus fehlerhaft und falsch erscheinen. Wir sind der festen Ueberzeugung und sicherlich nicht u Unrecht, daß gerade in der Annahme differeniierter Bildungsbedingungen bei Weltsystemen die Stärke unserer Anschauungsweise liegt.

3. Vorlesung.

Bewohnbarkeit der Planeten.

Um Sie mit der Art meines Gedankenganges bei de Behandlung des Problems von der Bewohnbarkeit de Planeten am besten vertraut zu machen, stelle ich mei nen Ausführungen das Wort: seit wann werden Rätse durch Rätsel gelöst? voran. Um mich verständlicher z machen: nehmen wir einmal an, die Wissenschaft woll die Schwierigkeiten, die der Erklärung der Erscheinun der Marskanäle entgegensteht, einfach damit aus den Wege zu räumen versuchen, daß sie die Kanäle vo menschenähnlichen intelligenten Bewohnern jenes Pla neten sich gebaut denkt. Was wäre in solchem Fall wirklich und positiv erzielt? — Nun? — Nichts! Abe auch rein gar nichts! — Die Fragestellung hätte ledig lich eine Verschiebung und Veränderung erfahren. Da Problem, „wie sind die Marskanäle entstanden", wäre gelöst! Aber das Problem „was sind diese Martier für Wesen, wie sehen sie aus? Auf welch einer Kulturstufe müssen diese Leute stehen?" stünde dafür da. Ein Pro blem, noch schwieriger als jenes erste, ja ein unlösbares Problem!

Ich erlaube mir jetzt, die Frage an Sie zu richten: „Ist es vom wissenschaftlichen Standpunkt aus wohl richtiger und besser, sich in Phantastereien über das Aussehen der Martier, über ihre Kulturstufe, usw. usw. zu ergehen oder handelt man klüger, die Kanäle durch irgend welche Naturvorgänge entstanden zu denken, sie gewissermaßen als „Erdbebenspalten" anzusehen, das Phänomen ihrer zeitweiligen „Verdopplung" durch Luft-

iegelungen nach Art der Fata Morgana zu erklären
rsuchen?“

Die Antwort von Ihrer Seite, meine Damen und Her-
n!, brauche ich wohl kaum abzuwarten, sind Sie doch
herlich mit mir einer Meinung, daß mit Phantasie-
bilden weder für die Wissenschaft noch sonst irgend
was ein Nutzen erreicht werden kann, sondern daß
er einzig und allein auf dem Boden der exacten, be-
achtenden Wissenschaft selbst einigermaßen Sicheres
ir teilweisen Lösung des Problems erwartet werden
rf. Wir werden also Tatsachen, dh. Beobachtungs-
aterial von hinreichender Einwandfreiheit zu sammeln
e Aufgabe haben, und dann erst daran gehen,
e für unsere Betrachtungen nötigen Unterlagen daraus
entnehmen und zu verwerten.

Beginnen wir mit dem glühenden Feuerball unserer
onne, so hat dies seinen Grund darin, daß dieser
eltkörper als Licht und Wärmespender für uns Men-
hen von prinzipieller Wichtigkeit ist. Aber auch das
f irgend welchen Planeten unseres Systems möglicher-
eise vorhandene organische Leben hängt von der All-
utter Sonne ab, und deshalb soll sie zum Ausgangs-
unkt dieser Erörterungen gewählt werden. Ein wei-
rer Grund ist darin zu erblicken, daß sie es gerade
t, die uns jene geheimnisvollen, funkentelegraphischen,
on Marconi u. a. vernommenen Zeichen freundlichst
usendet, deren Abstammung man als „Mensch“ ja so
erne als martialisch zu erklären beliebt. Diese Zeichen-
eberei rührt von luftelektrischen Störungen in der Erd-
tmosphäre her, die ihrerseits ihr Erregungszentrum
den Sonnenflecken haben, deren wir dauernd einige
uf der uns zugewandten und sichtbaren Sonnenhalb-
ugel beobachten können.

Die Sonnenflecken, dunkle, im Gegensatz zur
mgebenden Sonnenoberfläche tief schwarz erschei-

nende Gebilde von mehr oder weniger regelmäßig
Struktur und oft mehrere Erddurchmesser betragend
Ausdehnung sind unseren irdischen Luftströmung
durchaus gleichwertig. Hier wie dort vollzieht sich d
Ausgleich von wärmeren, leichteren und kältere
schwereren Schichten der Atmosphäre in Wirbelbew
gungen, deren Aussehen Ihnen allen von den Wetterka
ten her, als Zyklone und Antizyklone, bekannt ist. N
ben unregelmäßigen Bildungen auch solche von scha
wirbeliger Ausprägung. Hier wie dort gestaltlich leic
Veränderungen unterworfen! — Fassen wir eine Wette
hose ins Auge, wie sie bei heftigeren, lokalen Strömu
gen in unserer Lufthülle aufzutreten pflegt, so seh
wir ein trompetenartig sich nach oben erweiternd
Trichterrohr, in dessen Mitte völlige „Strömungsleere
herrscht, in dessen äußerer Begrenzung heftigste B
wegung auftritt, während weiter außen wieder ein al
mähliches Abflauen bemerkbar ist. Genau das Gleich
beim Sonnenfleck! — Der einzige Unterschied besteh
darin, daß die Sonnenatmosphäre sich im Glutzustan
befindet. Sonst dasselbe Bild! — Von der Erde aus blik
ken wir natürlich von oben in den Wirbeltrichter. —
Der schwarze Kern, Umbra in der Mitte —
das „Luftloch“ inmitten unserer Wetterhose
Die Zone des Halbschattens, Penumbra
mit radialer Streifung — die Randzone unse
seres Luftwirbels! Die in der Umgebung des Fleck
auftretenden Verdichtungen der Sonnenatmosphäre, di
Fackeln — die in der Nähe des Wirbeltrichters be
findlichen, sich türmenden Wolken! Die Sonnen
fleckengebilde treten in der ersten äußeren, sichtbaren
Begrenzung des glühendflüssig zu denkenden Sonnen
kerns auf, der wir als eigentlicher Licht- und Wärme
spenderin den Namen Lichthülle, Photosphäre
zugedacht haben. Ihre scheinbar kontinuierliche Ober

che sieht bei Anwendung stärkerer Vergrößerung
ht mehr so kontinuierlich aus, sondern ist von zahl-
en kleinen Lücken unterbrochen. Das Ganze gleicht
iskörnern, die in einer Flüssigkeit schwimmen, und
hat man den Namen Körnung, Granulation da-
gewählt.

Ueber der Photosphäre lagert eine kühlere Schicht,
r man zufolge ihrer Eigenschaft, die Umkehr der
ektrallinien im Sonnenspektrum zu bewirken, den Na-
n umkehrende Schicht beigelegt hat. Zwar
rfen wir sie nicht als selbständige Atmosphären-
nicht ansehen, da sie nur eine Dicke von rund 1000 km
sitzt, aber in spektrographischer Hinsicht bleibt ihre
ltung bestehen. Wie die Photosphäre setzt auch sie
h aus den glühenden, schwereren Metallgasen zu-
mmen und bildet die oberste Schicht der Photosphäre.

Auf die umkehrende Schicht folgt die Farbhülle,
romosphäre. Am besten sichtbar bei totaler Son-
nfinsternis, umgibt sie die verfinsterte „Sonnen-
neibe" als rosaroter Ring. Rötliche Flämmchen, von
llen-, wolken-, strahlen- und trichterartigem Aus-
nen, schlagen aus ihr oft mehrere Tausende von Kilo-
tern weit in den Weltraum hinaus. So rasch sie sich
twickeln, so rasch vergehen sie wieder und sinken
f die Sonne zurück. Da sie sich über Sonnenflecken-
bieten am zahlreichsten entwickeln, sind sie in engste
ziehung zu diesen selbst zu setzen und stellen Aus-
üche glühenden Wasserstoffs und Heliums dar, aus
lchen zwei Gasen sich die Chromosphäre im wesent-
hen zusammensetzt.

Mit der Chromosphäre freilich hat die Sonnenat-
osphäre noch keineswegs ihre Grenze erreicht, viel-
ehr bildet die ebenfalls nur bei völliger Sonnenfinster-
s zu beobachtende Korona mit ihrem silberweißen,
rahligen Aussehen die nähere Fortsetzung. Ihre cha-

rakteristische Struktur läßt auf eine besondere Konstit
tion schließen; sie wird heute allgemein als feins
Gasmaterie angesehen, die beim Durchgang der von d
Sonne ausgestrahlten elektromagnetischen Wellen z
Leuchterregung gebracht wird.

Die weitere, bis über die Erdbahn reichende For
setzung der Sonnenatmosphäre aus allerfeinsten Ga
partikelchen bewirkt die Erscheinung des Tierkrei
lichts, Zodiakallichts, das die Sonne in linse
förmiger Gestalt umgibt und zwar so, daß die Ebe
der Linsenkante mit der des Sonnenäquators zusammenfäl

Damit bereits, daß das Zodiakallicht sich bis üb
die Erdbahn hinaus erstreckt, ist gesagt, daß wir
puncto luftelektrische Erscheinungen (Polarlichter) u
Störungen dieser Art sicherlich von der Sonne abhäng
sind; dafür haben wir Belege, denn wir haben festg
stellt, daß alle elf Jahre ein besonders intensives Au
treten elektromagnetischer Störungen in unserer Er
atmosphäre statthat, und jahrelange Aufnahmen uns
rer selbstregistrierenden Apparate haben eine eige
artige Kurve geliefert, die überraschende Aeh
lichkeit mit der Temperaturkurve zeigt. Noch überr
schender ist die Aehnlichkeit, man kann sogar von ein
Gleichheit sprechen, die diese Kurve mit derjenigen d
relativen Häufigkeitszahlen der Sonnenflecken geme
hat, zumal die Periode von Maximum über Fleckenmin
mum bis zum nächsten Maximum ebenfalls wie die en
sprechenden Teile der Temperatur- und elektromagn
tischen Kurve einen Zeitraum von rund 11 Jahren un
faßt. Um den gegenseitigen Zusammenhang klar e
kennen zu können, ist es unerläßlich, Ihnen die wi
senschaftliche Ansicht über Erdelektrizität und -Mag
netismus vorzutragen.

Zwei Theorien, deren eine die Natur der Sonne
korona behandelt, von Ebert aufgestellt, der

weite sich über die Art der Erdelektrizität und es Erdmagnetismus ausspricht, von Nippoldt tammend, sind zweifellos diejenigen Ansichten, die mit en tatsächlich beobachteten Erscheinungen im Einlang stehen und diese vollauf zu erklären vermögen.

Die Stärke der Ebert'schen Koronatheorie liegt ußerdem in der experimentellen Darstellungsmöglichkeit der für sie maßgebenden Erscheinungen. Ebert immt an und mit ihm der größte Teil der Sonnenforcher, daß die Sonnenstrahlung sich nicht allein auf Värme-, Licht- und chemische Strahlen beschränke, ondern auch elektromagnetische Wellen enthalte. Der onne kommt also die Rolle eines Hertz'schen Oscillators zu, in welchem periodische elektrische chwingungen stattfinden, die eine von der Größenimension des strahlenden Körpers abhängige Länge der lektromagnetischen Wellen zur Folge haben. Beim Durchgang dieser Wellen durch verdünnte Gase, hier Corona und Zodiakallichtzone, kommen diese ins Leuchen. Besonders kräftig sind nach den Versuchen von Ebert die Strahlen, die von Oberflächenteilen ausgehen, welche eine Diskontinuität besitzen. Auf die Sonne übertragen, sind solche diskontinuierlichen Stellen eben unsere Sonnenflecken, und wie die zahlreichen Aufnahmen von totalen Sonnenfinsternissen beweisen, gehen gerade von Gebieten der Sonnenflecke überaus kräftige Koronastrahlen aus. Diese machen sich bis zum Zodiakalkreis bemerkbar und ziehen somit in unsrer Atmosphäre Störungen nach sich.

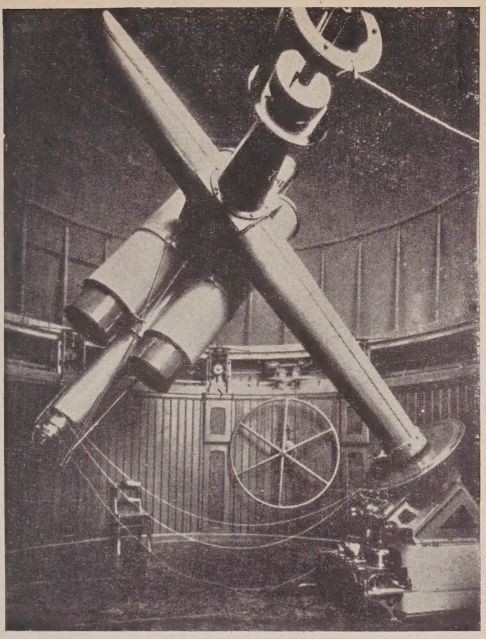
Der nach der Nippoldt'schen Theorie in Richtung West-Ost kreisende „Erdstrom" wird beim Auftreffen von elektromagnetischen Koronawellen verstärkt oder geschwächt; die dadurch hervorgerufenen Störungen in Telegraphenleitungen wie auch die Störungen, die in der senkrecht dazu liegenden Komponente der

magnetischen Kraft auftreten und uns durch die Mag
netnadel sichtbar werden, geben täglich davo
Kunde. Der Erdstrom besitzt offenbar auch Veräst
lungen, die durch verschiedene Massendichten, Erzlage
und dergleichen in unserer Erdkruste bewirkt sein kön
nen. Dies hat zur Folge, daß wir bei der Beobachtun
der genannten Störungserscheinungen sehr behinder
sind, da wir den Verlauf der Verästelungen kaum ken
nen . Da die Sonnenflecken zuweilen eine bedeutend
Ausdehnung erreichen, mithin einen Teil der wirksame
Sonnenstrahlen absorbieren, bleibt der Einfluß auf di
Erde nicht auf das Gebiet des Elektromagnetismus be
schränkt, sondern greift auch auf die Temperaturver
hältnisse über, was sich in der nahen Uebereinstimmung
dieser Kurve mit derjenigen der Sonnenfleckenhäufig
keit ausspricht. Immerhin bleiben derartige Tempera
turschwankungen unterhalb der Wahrnehmungsgrenz
für unsere Empfindungen und sind daher mehr von the
oretischer Wichtigkeit.

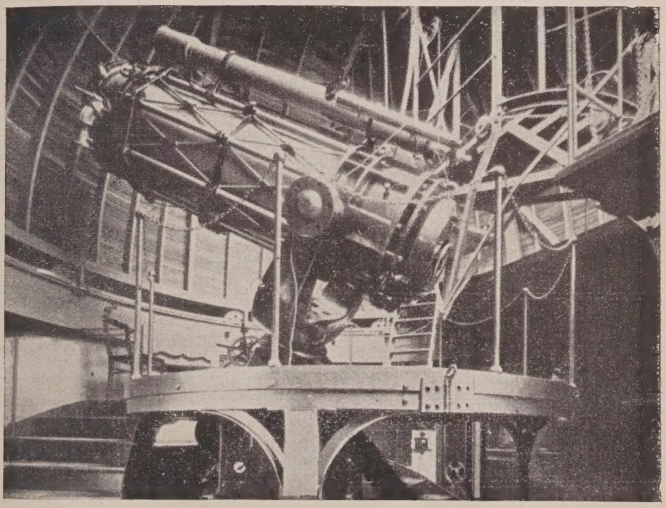
Umsomehr müssen wir darauf sehen, die großer
Temperaturdifferenzen, die sich als Ursachen für die
Entstehung der Jahreszeiten finden lassen, ihrem Ur
sprung nach genau kennen zu lernen. Der Jahreszeiten
wechsel ist als Hauptfaktor für unser ganzes Men
schenleben anzusehen, denn von ihm hängt die gesamte
landwirtschaftliche Produktion, damit die Weltwirtschaft
und das gesamte Völkerleben der Erde ab. Genau so
verhält es sich mit den anderen Planeten. Sie sehen,
wohin ich will. Erst wenn wir uns über die Einzelheiten
unserer Abhängigkeit von der Sonne völlig klar ge
worden sind, dürfen wir an die Behandlung der übrigen
Körper unseres Systems gehen.

In erster Linie ist die Entfernung, in der sich
ein Planet von der Sonne befindet, für die Temperatur
verhältnisse maßgebend. Da die Planeten in Ellipsen die

64



Bruce-Teleskop.



Spiegel-Teleskop.

onne umlaufen, werden sie einmal ihre Sonnennähe, inmal ihre Sonnenferne beim Umlaufe erreichen. In ener wird zweifellos eine höhere Temperatur herrchen als in dieser und damit schon eine Art Jahreszeienwechsel bedingt sein. Bei kreisförmigen Bahnen kann ies nicht eintreten, da dann Entfernung und damit emperatur gleich bleiben. Die Entfernung ist also naßgebend in Bezug auf die relativen Temperaturverältnisse der Planeten. Wichtiger für die Temperaturchwankungen der einzelnen Körper sind die Stellungen ihrer Rotationsachsen. Nach dem Kreiselprincip müssen die Stellungen derselben in der geamten Bahnbewegung unverändert bleiben, sofern eine Einwirkungen von anderer Seite her vorhanden ind. Die Achsenlage unserer Erde bleibt während ziemch großer Zeiträume konstant. Kleine Schwankunen, die eine Periode von 20 000 Jahren umfassen, sind as Ergebnis der sogenannten Präcession und kleiere wellenartige Zwischenstörungen werden durch die Nutation bewirkt.

Die Achse selbst bildet mit der Erdbahnebene einen Winkel von rund 66,5°. — Nun wissen Sie alle, daß die Höhenwinkel der Sonne im Sommer am größten, im Winter am kleinsten sind.

Wählen wir ein zylindrisches Strahlenbüschel und assen es unter großem Winkel auf eine Fläche fallen, o ist der bestrahlte Raum wesentlich kleiner, als wenn vir das Strahlenbüschel unter schiefem Winkel auftreffen ließen. Im letzteren Falle verteilt sich die Strahung auf eine größere Fläche, wird demnach auf der Flächeneinheit von geringerer Intensität sein wie zuerst.

Zur Zeit der größten Sonnenhöhe für die nördliche Halbkugel, im Juni (um das Sommersolstitium am 22. 6.) st die Erdachse in ihrem nördlichen Teil gegen die Sonne gekehrt, die nördliche Erdhälfte daher mehr bestrahlt

als die südliche, deren Polargegend nahezu 4 Monat in tiefe Nacht gehüllt bleibt. Im Dezember (zur Zeit de Wintersolstitiums am 21. 12.) ist der südliche Achsen teil zur Sonne gewendet; die Bestrahlung der südliche Erdhälfte größer. Wir haben dann Winter. Am 21. 3 und 23. 9. liegt die Erdachse in der zur Verbindungslini Sonne-Erde senkrechten Ebene, Nord- und Südhälft unseres Planeten sind gleich bestrahlt, wir haben Früh ling bezw. Herbst.

Zur Zeit unsres nördlichen Winters befindet sich di Erde in Sonnennähe. Dies hat zur Folge, daß unse Winter milde ausfällt. Die der Sonne zu demselben Zeit punkt zugewandte Südhälfte hat Sommer und wegen de Sonnennähe einen ziemlich heißen Sommer. Wenn es au der nördlichen Halbkugel Sommer ist, befindet sich un ser Planet in Sonnenferne, der Sommer wird nicht s heiß sein. Für die südliche Erdhälfte, die dann Winte hat, wird eine strenge Kälte auftreten; kurz, die nördliche Halbkugel hat milde Winter, nicht sehr heiße also auch milde Sommer. Die Südhalbkugel hat strenge Winter und heiße Sommer.

Wir haben nun die wichtigsten Handhaben für unsre Untersuchungszwecke beisammen, mit deren Hilfe wi über die äußeren Bedingungen, die für den Bestand etwa vorhandenen Lebens auf den Planeten von Bedeu tung sind, ein Urteil abzugeben vermögen, sofern wi die Entfernungen und die Exzentrizitätsverhältnisse de einzelnen Körper kennen. Durch innere, den Pla neten eigene Faktoren, wie Masse, Dichte, Schwere Eigenwärme, Lufthülle und allgemeine Beschaffenheit erleidet das Bild einige, nicht unwesentliche Aende rungen. Zum Teil gibt uns die messende Astronomie, zum Teil die Spektralanalyse hier die nötigen Daten an die Hand.

Da sich unsere Planeten in verschiedenen Entwicklungsstadien befinden, teilweise noch glühendflüssige Körper mit einer ebenfalls im Glutzustand befindlichen Atmosphäre sind, teilweise völlig erkaltete Körper, da und dort mit glühendem Kern, scheint es gut zu sein, die einzelnen Uebergänge in der Entwicklung einer kurzen Betrachtung zu würdigen. Hierzu leihen wir nochmals für einen Augenblick die Sonne. Sie gehört lange nicht zu den heißesten Sternen, sondern hat schon das Stadium erreicht, das wir nach ihr als das des Sonnensterns bezeichnen. Ursprünglich war sie eine Nebelmasse, die sich mehr und mehr verdichtete und schließlich in den Zustand des Nebelsterns überging. Die weitere Kontraktion hatte das Uebergehen der glühendgasförmigen Materie in den glühendflüssigen Aggregatzustand zur Folge. So wurde aus ihm ein Siriusstern (nach dem Stern α canis maioris, Sirius so benannt), von bläulich weißer Farbe. Das fortschreitende Alter machte sich bald in ähnlichen Symptomen wie beim Menschen bemerkbar, indem die kontinuierliche, lichtspendende Oberfläche Photosphärenstruktur bekam und letzten Endes diese „quasi-Netzhaut" des Sterns vom Star befallen wurde, also Flecken bekam. Die Weißglut ging in die Gelbglut über, das Stadium unserer Sonne war erreicht. — Die Entwicklung schreitet fort. Es kommt der Uebergang zur Rotglut, die Sonne wird zum roten Stern, gehört mithin zu dieser Kategorie, für die der Sternhimmel uns so zahlreiche Beispiele liefert (ich erwähne nur Arktur im Bootes, Antares im Skorpion, Capella im Fuhrmann, Beteigeuze im Orion). Immer mehr naht die völlige Erblindung. Die Oberfläche bedeckt sich mit einer Erstarrungskruste von unregelmäßiger Ausbildung. Die rotierende Sonne wird demnach für einen sehr weit entfernten Beobachter nicht immer gleich hell erscheinen, je nachdem sie ihm

die schlackenreichere oder -ärmere Oberfläche zukehrt wird die Lichtstärke abwechselnd größer oder kleiner sein. Solche Sterne nennt man wegen ihres Lichtwechsels veränderliche Sterne, und da diese Art von Veränderlichkeit durch, in der Natur des Körpers selbst begründete, Vorgänge bewirkt wird, physisch-veränderliche Sterne.

Eine andere Klasse, die dynamisch-veränderlichen Sterne, verdanken ihren Lichtwechsel großen Körpern, die um den Zentralkörper kreisend diesen ganz oder teilweise verdecken, Sternfinsternisse erzeugen und so die Schwankungen der Helligkeit hervorrufen. Die Erstarrungskruste wird sich schließen, da und dort werden vereinzelte Aus- und Durchbrüche glühender Magmamassen erfolgen, ähnlich wie bei unseren Vulkanen. Die abgekühlte Atmosphäre wird Niederschläge zuwege bringen, und die Bedingungen zur Entwicklung organischen Lebens wären gegeben, wenn noch irgenwelche erhebliche Strahlung eines benachbarten Gestirns die Temperatur, die zur Lebensentfaltung nötig ist, entsprechend gestalten würde. Der Stern ist ja jetzt ein erloschener Stern, und das Bißchen Eigenwärme, welches durch die Kruste zu dringen vermag, wird wohl kaum der Weltraumkälte gegenüber bestimmenden Einfluß haben. Damit ist zugleich gesagt: erlischt unsere Sonne, so wird schon längst alles Leben wegen der großen Kälte auf den Planeten untergegangen sein. Bis dahin hat es allerdings noch lange Zeit, so daß wir uns keine grauen Haare diesbezüglich wachsen zu lassen nötig haben.

Gehen wir jetzt zu den Planeten über, so können wir sie unter zwei verschiedenen Gesichtspunkten zur Behandlung gelangen lassen, entweder nach ihrer systematischen Stellung in Bezug auf die Sonne, oder aber, und dieser letzteren Methode wollen wir uns bedienen,

vom entwicklungsgeschichtlichen Standpunkt aus. Wie unsere früheren Erörterungen zeigten, ist die Dichte eines Körpers das beste Bestimmungsmittel für die Entwicklungsstufe eines Himmelskörpers.

Da Sie die systematische Reihenfolge der Planeten wohl genügend kennen, (wie sie von der Sonne aus gesehen aufeinander folgen) wird es kaum stören, wenn wir bei der entwicklungsgeschichtlichen Betrachtung diese nicht mehr einhalten.

Die großen Massen der außerhalb der Marsbahn liegenden Körper bedingen ihr frühes Entwicklungsstadium, da sie sich gegenüber den kleineren Planeten nicht so rasch abkühlen und verdichten konnten. Deshalb werden wir auch bei ihnen beginnen müssen.

Planet	Volumen	Masse	Dichte	Entfernung	Rotationsdauer	Umlaufsdauer
Merkur	0,05	0,05	1,04	0,39	88^{d}	88^{d}
Venus	0,91	0,81	0,87	0,72	224,7^{d}	224,7^{d}
Erde	1,00	1,00	1,00	1,00	1,0^{d}	365,25^{d}
Mars	0,15	0,11	0,71	1,52	24^{h} 37^{m}	1^{a} 322^{d}
Jupiter	1300,0	314,50	0,23	5,20	9^{h} 50^{m}	11^{a} 315^{d}
Saturn	790,0	94,07	0,13	9,54	10^{h} 14^{m}	29^{a} 167^{d}
Uranus	60,0	24,40	0,23	19,18	?	84^{a} 7^{d}
Neptun	87,0	17,05	0,20	30,07	30^{d} (?)	164^{a} 280^{d}
Sonne	277 000,0	329 390,0	0,25	0,00	25,5^{d}	0,00

Als Einheitsmaße sind die Maßverhältnisse der Erde. wie üblich, gewählt.

a = annos, Jahre
d = dies, Tage
h = horas, Stunden
m = minutas, Minuten

Betrachten wir die Dichtetabelle der Planeten, so ersehen wir, daß Saturn mit 0,13 der irdischen Dichte ($^{2}/_{3}$ der Dichte des Wassers) der jüngste von allen ist. So interessant er in astrophysikalischer, so interessant er in astrometrischer Hinsicht ist, für unsere Zwecke kommt er eigentlich nicht in Betracht, da er als glühend-

flüssiger Körper vorläufig keine Möglichkeit zum Aufbau organischen Lebens aufweist. Doch wollen wir ihn nicht übergehen, sondern seine wichtigsten Eigenschaften gebührend würdigen. Sein Anblick in kleineren Fernrohren hat ungemein viel Bestechendes an sich. Ein glühender Ball, umgeben von einem feinen Ring! Damit nicht genug, hält sich der Planet einen Hofstaat von 10 Monden, die ihn größtenteils in nahe ein und derselben Ebene umkreisen und bis auf den äußersten in rechtläufiger Bewegung sind. Der Planet selbst ist unserer Erde um das 94fache an Masse überlegen, sein Durchmesser 9mal größer wie der irdische. Der Wechsel von Tag und Nacht erfolgt in der kurzen Zeit von 10,25 Stunden und würde für einen dorthin versetzten Menschen recht unbequem sein, da dieser seinen irdischen Gepflogenheiten in etwas weniger als der Hälfte der ihm hienieden zur Verfügung stehenden Zeit nachzukommen hätte. Auch die weitere Entfernung, die der Planet von der Sonne hat — der Saturnbahn-Halbmesser ist 9,5mal größer als der der Erdbahn — würde jenem verpflanzten Menschen keineswegs gelegen kommen, denn die Bestrahlung durch die Sonne ist dort entsprechend geringer; sie beträgt in Gramm-Kalorien auf das Quadratzentimeter nach J. Scheiner nur 0,03. Dh ohne Berücksichtigung der Innenwärme des Planeten, die freilich sehr bedeutend ist, herrscht auf der Oberfläche eine Temperatur von rund 72,9° Kälte. Immerhin mag die Eigenwärme diese Angabe verbessern, die Temperatur erträglicher gestalten. Damit ist nun auch gesagt, daß die Helligkeit des Saturntags keine blendende ist, sondern daß man seine Augen mit der Zeit schon überanstrengen könnte, wollte man seine Zeitungen mit den überaus kleinen Buchstaben lesen. Dazu kommt die äußerst dichte Atmosphäre, die einen großen Teil der an sich schwachen Strahlung

verschluckt. Auch der mächtige Ring kann nicht viel helfen, da er sich aus einer Unmenge meteorartiger Monde zusammensetzt, die in reflektiertem Sonnenlicht leuchten. Es kommt mithin eine keineswegs erfreuliche Beschattung durch den Ring in Frage, durch die so gut wie jede Wärmewirkung von der Sonne ausgeschaltet wird. Daran ändert der Anblick des Rings, vom ästhetischen Standpunkt aus betrachtet, natürlich nichts. In der Aequatorgegend des Planeten, wo es am wärmsten ist, erscheint er nur als schmale, feine, durch das Zenit gehende Linie, an den Polen ist er völlig unsichtbar und höchstens in mittleren Breiten mag er effektvoll wirken. — Wir erwähnten vorhin die dichte Lufthülle, die die Wärme und Lichtstrahlung ziemlich weg nimmt. Da und dort ist sie von Wolkenlücken, wenn wir uns der analogen Sprechweise bedienen dürfen, unterbrochen, die sich zufolge der raschen Achsendrehung parallel zum Aequator anordnen. Die Bahnexzentrizität ist nach derjenigen des Planeten Mars die größte, doch wird sie, wie die schiefe Achsenlage des Planeten wenig zu einem einflußreichen Jahreszeitenwechsel beitragen können. Es müßte demzufolge ein sonderbares Geschlecht von Bewohnern des Saturn sein, für die das Sprichwort: „Wet dem eenen sin Uhl, ist dem andern sin Nachtigall“ Geltung hätte.

Noch sonderbarer wird die Sachlage für den entferntesten aller Planeten, Neptun sein, der mit 0,20 der irdischen Dichte der zweitjüngste Körper unsres Systems ist. Seine riesige Entfernung vom Zentralgestirn das dreißigfache der Strecke Sonne-Erde, bewirkt dort nur mehr den tausendsten Teil der irdischen Temperaturerhöhung durch die Sonne. Die geringere Masse Saturn gegenüber, setzt die mögliche Temperaturerhöhung durch Eigenwärme ebenfalls beträchtlich herab, obgleich die Masse immer noch 17 mal, das Vo-

lumen 87 mal größer als die entsprechenden Maße der Erde sind. Was die Atmosphäre betrifft, so ist sie ebenfalls beträchtlich, mithin eine weitere Temperaturerniedrigung die Folge. Auch in anderer Beziehung scheinen die dortigen Verhältnisse nicht ganz „einwandfrei" zu sein. Neptun rotiert entgegengesetzt wie alle übrigen Planeten und hat einen einzigen Mond zu einer gleichen Bahnbewegung veranlaßt. Was wir sonst von ihm wissen, ist sehr, sehr wenig. Einige dunkle Aequatorialstreifen, die beobachtet worden sind, liegen an der Grenze des Beobachtbaren.

Was unsere Kenntnis von der physikalisch-chemischen Beschaffenheit Neptuns, sowie des nunmehr zu behandelnden Uranus anlangt, so ergibt die spektralanalytische Untersuchung, daß in der Atmosphäre dieser Körper freier Wasserstoff und freies Helium vorhanden sind. Einige andere Linien, die im Spektrum dieser Körper, wie bei Saturn und dem nachher zu besprechenden Jupiter, auftreten, rühren von Elementen her, die wir bis jetzt nicht kennen. Die Uranusdichte ist mit 0,23 der irdischen, 1,3 mal größer als die des Wassers, seine Masse das 14,5 fache der irdischen, sein Volumen 60 mal größer wie das der Erde. Hinsichtlich seiner Rotation und der Bahnbewegung seiner 4 Monde, Ariel, Umbriel, Titania und Oberon, steht er gerade in der Mitte zwischen Saturn und Neptun. Bei Neptun ist die Rotationsachse, wie wir sahen, um 180° gegenüber der Durchschnittslage der andern Planetenachse gedreht, bei Uranus nur um 90°, die Rotationsachse liegt in der Bahnebene des Planeten selbst. Die Monde bewegen sich durchweg rückläufig, also für einen auf Uranus befindlichen Beobachter, der den Pol der Ekliptikalebene im Zenit hat, von links nach rechts. Die Lage der Rotationsachse gibt sich bei ihm durch die äquatoriale Wolkenstreifenlage sehr gut zu erkennen. Ueber

e Rotationsdauer selbst sind wir wie bei Neptun völlig
n Unklaren.

Von geschichtlichem Interesse ist, daß Uranus durch
Vilhelm Herschel, einem nach England ausgewan-
erten Hannoveraner Stadtmusikanten mit Hilfe eines
lbsterbauten Spiegelteleskops am 13. März 1781 auf-
efunden wurde. Anders erging es Neptun, den wir
orläufig als den entferntesten Körper unseres Planeten-
ystems kennen. Er verursachte in der Bahnbewegung
es Uranus durch seine gravitierende Kraft Störungen,
e bei der Beobachtung bemerkt wurden. Adams in
ambridge und Leverrier in Paris berechneten auf
rund dieser Störungen die Bahn des Störefrieds ziem-
ch genau und so gelang es Galle in Berlin den Nep-
un auf Grund der ihm von Leverrier mitgeteilten Daten
ur einen Grad von der berechneten Stelle aufzufinden.

Der größte und Riesenplanet in unserem Sonnensy-
em, dem wir uns jetzt zuwenden, ist Jupiter. An
ichte dem Uranus gleichkommend unterscheidet er
ch von diesem durch seine ungeheure Masse, die die
esamtmasse aller anderen Planeten zusammen um das
) fache, die Erdmasse um das 315 fache übertrifft. Sein
olumen vollends steht zu dem der Erde im Verhältnis
300 : 1. Diese mächtige Kugel rotiert in 9h 50 M.,
o rasch also, daß sie keine Kugel mehr sein kann,
ndern ein Sphäroid. Selbst eine oberflächliche Betrach-
ung Jupiters im Fernrohr läßt die Abplattung deutlich
kennen. Wenn eine solche Masse sich so schnell um
re Achse dreht, so wäre im Falle, daß auf Jupiter die
leichen Schwereverhältnisse wie auf der Erde herr-
chen würden, [was ja auf Grund der bedeutend größe-
en Masse des Planeten ausgeschlossen ist], die Zentri-
galkraft am Aequator so stark, daß alles vom Körper
egfliegen müßte. Die größere Masse des Planeten be-

dingt, daß die Schwere dort 2,39 mal der irdischen ge genüber überwiegt.

Die auch bei Jupiter vorhandene äußerst dichte At mosphäre ist wie bei Saturn, und auch Uranus und Nep tun parallel zur Aequatorebene reichlich durchbroche An einer südlich vom Aequator gelegenen Stelle be findet sich eine schon mehrere Jahrzehnte hindurc sichtbare Lücke von elliptischer Form und stark röt licher Färbung, der sogenannte ovale Fleck. E scheint, daß hier ein Durchblick auf die Oberfläche de Planeten besteht, der vielleicht durch irgend welche Ausbruch glühender Gasmassen von den inneren Teile des Riesen geschaffen wurde. Die sonstigen Gebilde de Atmosphäre, die wir als Wolken auffassen, zei gen periodische Veränderungen, die allem Anschein nac von der Bahnstellung des Planeten abhängen. S treten im Perihel die äquatorialen Wolkenstreifen i verstärktem Maße auf, während im Aphel das Minimu derselben beobachtet wird. Davon hängt zugleich di Helligkeit des Planeten ab. In einer Periheloppositio wird Jupiter für uns zufolge der vermehrten Flecken erscheinungen weniger hell erscheinen als in der Aphel opposition . Merkwürdig genug ist, daß die Atmosphär nicht überall die gleiche Rotationsgeschwindigkeit be sitzt, sondern die Aequatorialzone gegen die ander Oberfläche binnen 47 Tagen um einen vollen Umlau vorauseilt. Es ergibt sich, daß Jupiter in einem überau interessanten und vielleicht für die entwicklungsge schichtliche Erkenntnis bedeutsamen Zustand sich be findet, denn nichts steht der Annahme im Wege, daß di verschiedenen Rotationen der Atmosphärengebiete de Beginn einer Ringbildung analog derjenigen des Satur anzeigen, wobei die Materie eben in viele kleine Körpe chen zerfallen müßte, die den Kepler'schen Gesetze gehorchend, den Planeten zu umkreisen hätten. Wa

e Zahl der Jupitermonde betrifft, steht sie derjenigen
aturns nur um einen nach, Jupiter hat 9 Monde,
on denen einer, der äußerste rückläufig ist. Wenn wir
cht wüßten, daß Jupiter noch ziemlich jung ist, könnte
er Anblick des Riesen mit seinen Monden, deren vier
ellste bereits mit dem Operngucker sichtbar sind, zu
er Ansicht verleiten, man hätte einen alten, ehrwürdi-
en Großvater vor sich, der von seinen Enkelchen in
ollem Wirbel umtanzt wird. Auch die große Entfer-
ung, in der er sich von der Sonne befindet, 777 Mill km,
as 5,2fache der Strecke Erde-Sonne könnte die Mei-
ung bestätigen, braucht er zu seinem Umlauf um das
entralgestirn doch die lange Zeit von 11 Erdenjahren
nd 315 Tagen.

Reißen wir uns von ihm los, obgleich er viele Reize
esitzt, die uns fesseln könnten! Der Körper, den wir
etzt aufsuchen wollen, läßt uns alle vergessen. Mars!
– und die Marskanäle! Ich glaube, es gehört nicht
iel Gedankenlesertum dazu, um sagen zu können, daß
edem von Ihnen mit dem Wort Mars auch schon das-
enige der „Marskanäle" als gedankliches Wortbild er-
chien. Manche gehen vielleicht noch weiter —
nd sehen die Marskanäle im somnambulen Zu-
tande, wie dies „nach einwandfreien Berichten" einem
Medium in Genf passiert sein soll. Weder um das, wie
ie Marskanäle aus nächster Nähe aussehen, was für ge-
iale Köpfe die Herren Martier sind, noch darum, wie
ie Martier selbst aussehen, wollen wir uns indessen
ekümmern.

Statt dessen nur Tatsachen, soweit bekannt, nennen
lann genau die Bedingungen untersuchen, denen etwai-
es Leben unterworfen wäre! Die Masse ist nur 0,11
ler irdischen, sein Volumen 0,15 dessen der Erde,
eine Dichte 0,71, dementsprechend seine Schwere
ur der dritte Teil der Erdschwere. Alles, was bei uns

1 kg wiegt, wiegt auf Mars nur noch 0,38 kg. Monde h
der Planet 2, Phobos und Deimos [Furcht u .Schrecker
Alle Körper des Planetensystems mit Ausnahme de
Merkur, weisen keine solche Bahnexzentrizität a
wie Mars. Sie ist so groß, daß Mars der Sonne bis a
206 Mill. km nahe kommt, sich andererseits aber a
248 Mill. km von ihr entfernen kann. In astronomische
Einheiten ausgedrückt, ist seine Entfernung im Perih
gleich 1,38, im Aphel gleich 1,65. Dadurch allein scho
würde ein Jahreswechsel für den Mars als Gesamthe
bewirkt sein, wenn die Rotationsachse sonst auf der Bah
ebene senkrecht stünde. Das tut sie keineswegs, i
vielmehr um 64,5° gegen die Bahnebene geneigt. Di
Lagenrichtung der Achse ist analog der der Erdachs
In der Sonnenferne ist ihr nördlicher Teil der Sonne z
gekehrt, in der Sonnennähe ihr südlicher. Da Mars z
einem Umlauf um die Sonne 687 irdische Tage benötig
so ist die Verteilung der Jahreszeiten auf ihm, wie fo
gende Tabelle zeigt:

Nördl. Halbkugel	Jahreszeit-dauer	Südl. Halbkugel
Frühling	199,6 d	Herbst
Sommer	181,7	Winter
Herbst	145,6	Frühling
Winter	160,1	Sommer

Die Südhalbkugel des Planeten ist die wasserreichst
Gegend oder vielmehr, sie besteht aus einem einzige
und dem einzigen Meer, mare australe, südliche
Meer genannt, woraus hervorgeht, daß die lange Polar
nächt in Verbindung mit dem Wasserreichtum die Bild
dung eines gewaltigen Eiskontingents bewirken muß
Der Sommer auf der Nordhalbkugel wird milde, j
fast gar zu milde ausfallen, da sich der Planet dann i
Sonnenferne befindet. In Sonnennähe dagegen hat die

ördliche Polarzone tiefe Nacht, während die Südhalbkugel dem Zentralgestirn zugewandt ist. Der Sommer der Südhalbkugel wird als Perihelsommer wärmer sein, wie der der nördlichen Planetenhälfte im Aphel. Die Differenzen zwischen Sommer und Winter auf der Nordhalbkugel sind wie bei der Erde geringer als die zwischen Sommer und Winter im Aviden des Planeten. Die Luftbewegungen, wenn eine Atmosphäre vorhanden ist, werden folglich auf der Südhalbkugel entsprechend den schrofferen Temperaturwechseln äußerst kräftig sein. Hier ist tatsächlich beobachtet worden, wie beim Eintritt des Marssommers auf der südlichen Hemisphäre die Eiszone abschmolz, oft beinahe verschwand, weiter, wie sich Wolken bildeten, die die Oberfläche der nördlicheren Gebiete streifend, nach ihrem Vorübergange eine weißliche Färbung hinterließen, ein Zeichen, daß es hier so etwas wie gefroren hatte. Haben wir damit das Vorhandensein von Eis und Schnee, möglicherweise in einer etwas anderen Beschaffenheit als die entsprechenden irdischen Bildungen, sowie Wolkenbildungen beobachten können, so bleibt noch die Frage nach der Dicke und Dichte der Atmosphäre offen. Die spektrographische Untersuchung zeigt, daß eine wenig dichte und auch nicht sehr dicke, wasserdampfhaltige Lufthülle vorhanden ist. Allein, es wäre demnach eine Hauptbedingung für die Existenzmöglichkeit organischen Lebens gegeben.

Wir kommen nunmehr zur Beobachtung der roten Oberflächengebiete des Mars, die 55% der Gesamtoberfläche ausmachen. Avanti di tutto: Mars ist viele Zehntausende von Jahren älter als die Erde, was seine Gesteinshülle betrifft. Er besitzt demnach keine nennenswerten Gebirgserhebungen, denn die Oberfläche ehemaliger Gebirge ist durch die Einwirkungen der Sonnenstrahlung und durch die abtragende Wasser-, Eis-

und Gletschertätigkeit, deren Wirkungen wir ja gleiche
maßen auf der Erde beobachten, auch dort als ehema
wirkend ansehen dürfen, abgetragen, abgeschliffen wo
den. Die Oberfläche von Mars ist eine rote, tote San
wüste! Sie bewirkt zusammen mit der geringen Dich
der Atmosphäre, daß die Sonnenstrahlung kräftiger z
Geltung kommen kann, als dies beim Vorhandensein e
ner der irdischen gleichen Lufthülle der Fall wäre. U
sere Physiker haben berechnet, daß in mittleren geogr
phischen Breiten ungefähr die Hälfte der gesamten So
nenstrahlung, am Aequator noch der vierte Teil de
selben absorbiert wird. Es kann mithin die Ter
peratur auf Mars z. Zt. seiner Sonnennähe imme
hin um 0° herumspringen. Da, wie gesagt, 55% als San
wüste betrachtet werden dürfen, so resultiert dara
eine sehr schnelle Erwärmung und damit eine einige
maßen erträgliche Temperatur auf der Tagseite d
Planeten. Während der Nacht andererseits findet ei
sehr schnelle Ausstrahlung gegen den Weltraum h
statt, da keine genügende Lufthülle irgendwelchen W
derstand bietet. Diese Sandwüste ist nun nach dem Ma
länder Astronomen Schiaparelli, der sich die grö
ten Verdienste um die Marsforschung erworben ha
von schnurgeraden Linien, den rätselhaften Kanäle
durchzogen. Sie besitzen eine graugrüne Färbung w
das südliche Meer und durchfurchen die Oberfläche na
allen Richtungen, Vielecke zwischen sich bildend. W
mehrere dieser Kanäle zusammenstoßen, sollen sie ein
See, lacus bilden.

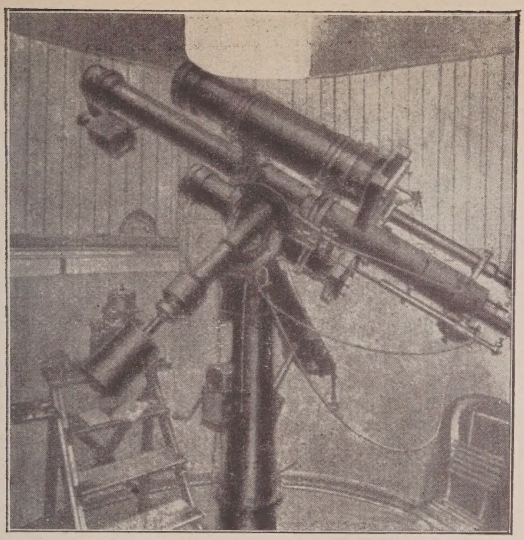
Was sagen andere Forscher zu diesen Erscheinu
gen? Der berühmte schwedische Astronom Svant
Arrhenius deutet die Marskanäle als Erdbebe
spalten und beruft sich dabei auf die Erdbebenlinien
Calabrien, Süd-Italien. Doch scheint die Annahme se
gewagt, da die Marskanäle eine Breite von durchschni

ch 30—40 und mehr Kilometern und eine Länge von ehreren tausend Kilometern besitzen, mit welchen Di- ensionen die Erdbebenlinien in Süditalien nicht im ntferntesten konkurrieren können. Die Ansicht ist denfalls inhaltsreicher als die, daß die Marskanäle das Verk intelligenter Planetenbewohner seien! Cerulli uldigt einer Ansicht, die wir als die beste und richtigste etrachten dürfen. Man habe es mit tümpelartigen Ge- ilden zu tun, die auf die weite Entfernung, wie die ein- elnen Buchstaben in einem Buch zur Linie, so zum Ka- al verschwimmen. Diese Flecken können regellos an- eordnet sein; das Auge sucht erfahrungsgemäß in die rößte Unordnung instinktiv Ordnung zu bringen. Da ie kürzeste Verbindung zweier Punkte eine Gerade arstellt, so werden mehrere nahezu in ein und derssel- en Richtung liegende Flecken „zusammengefaßt" und ls — Kanal gesehen. In der Tat können wir die Auf- ösung der Kanäle bei Anwendung stärkster optischer ilfsmittel in einzelne unzusammenhängende und ver- erwaschene Gebilde feststellen. Diese Ansicht ist von ntoniadi, der in Meudon und Juvisy (Paris) be- bachtete, sowie auf Grund photographischer Aufnah- ien glänzend bestätigt worden. Daß diese Gebilde eine Seen, sondern mehr Tümpel, wie wir sagten, sind, aß das mare australe ebenfalls kein Meer im irdischen inne ist, beweist das Fehlen des Spiegelbildes der onne, das sonst unbedingt auftreten müßte. Wenn auch as von der konvexspiegelgleichen Oberfläche des Was- ers entworfene Sonnenbildchen stark verkleinert wäre, nmerhin wäre es lichtstark genug, um gut wahrge- ommen werden zu können. Auch der rasche Farben- echsel dieser Gebiete mit dem Jahreszeitenwechsel eutet auf eine moorartige Beschaffenheit hin.

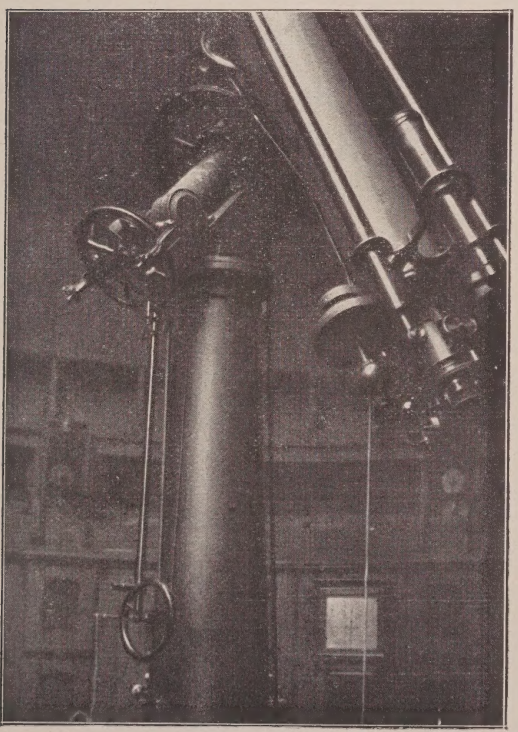
Das rasche Abschmelzen der Eiskappen an den Polen eigt weiterhin, daß eine mächtige Inlandeisdecke nicht

vorhanden sein kann, sondern lediglich eine dünne Ei
schicht. Alles in allem, viel Wasser ist auf dem Ma
nicht mehr vorhanden. — Nicht mehr? — Warum nicht
— Sehen Sie, wie auf unserer Erde ein „Einschließen
des Wassers in Gesteinen erfolgt ist, so auch bei Mar
Um welche Mengen es sich dabei handelt, mag Ihnen d
Beispiel eines irdischen Durchschnittgranits erläuter
Nach Ad. Sauer sind in einem Kubikmeter Granit
Form von Wassereinschlüssen ein Liter Wasser enthalte
in einem Berg von einem Kubikkilometer mithin berei
1000 . 1000 . 1000 Liter, dh. eine Milliarde Liter, und e
Granitberg von einem Kubikkilometer ist keinesweg
schon als Berg zu betrachten. Ein Weiterrechnen, glaub
ich, Ihnen wie mir ersparen zu können. Außerdem komm
noch die Verflüchtigung des Wasserstoffs der höchste
atmosphärischen Schichten in Betracht, auf dessen M
leküle in solcher Entfernung vom Planeten die Gravit
tion kaum einen Einfluß ausübt. Kurz, die Wasserma
sen reichen bei weitem nicht aus, um etwa „die große
Elektrizitätswerke der Herren Marsbewohner“ und de
gleichen und noch mehr zu betreiben!

Bleibt noch eine Erscheinung zur Erklärung übri
die zeitweilige Verdopplung einzelner Kanäl
der meistens eine leichte Trübung der in Mitleidenscha
gezogenen Gebiete voraufgeht. Hier sind die Herr
Phantasten am besten daran. Ihre Meinung ist folgend
Die Schmelzwasser, die vom Pol zur Sommerszeit gege
den Aequator vordringen, würden eine Ueberlastun
der Kanäle nach sich ziehen, weshalb die Marsbewohn
— gescheit wie sie nun eben einmal sind — die Schle
sen der Parallelkanäle öffnen, eine Ueberschwemmun
des Landes damit verhindern und den Lebensstrom a
die Anbaugebiete überleiten. Sehr klar, anschaulich und fü
trefflich, nicht wahr? Die Marsbewohner stehen auf einer fabe
haften, für uns vorläufig noch unbegreiflichen kulturellen Höh



Photographischer Refraktor.



Hauptrefraktor.

Wir, dh. die Wissenschaftler, erklären uns die Verpplungen damit, daß wir Luftspiegelungen nach Art r irdischen Fata Morgana annehmen, die an Nebelbänn über den Sumpfgebieten auftreten können, und sind it dieser Anschauung sicher weniger auf dem Holzg, denn die Herren vom phantasiebegabten Publikum.

Fassen wir zusammen, so kommt als Resultat hers: Leben ist auf Mars möglich, das können wir nicht streiten, ja wir können sogar soweit gehen, daß wir e mit Eintritt der Sommerzeit für eine betreffende gend, besonders in den Randgebieten der Moorflecke, ftretende Grünfärbung als Beweis für das Vorhandenin pflanzlicher Lebewesen betrachten. Doch ist das, e ich ausdrücklich betonen möchte, vielleicht schon weit gegangen! Möglich bleibt es ja immerhin! — n Mensch, dorthin versetzt, würde sich mit der Rotion in 24 Stunden 37 Minuten 22,65 Sekunden einveranden erklären können. Auch die geringere Schwere irde ihm vielleicht dienlich sein. Sonst allerdings käme n auf dem Mars alles mehr „eulen- als nachtigallft“ vor.

Wesentlich bessere Verhältnisse herrschen auf dem aneten vor, der von der Erde aus, nach der Sonne hin r nächste Körper ist. Die Göttin der Liebe, Venus!

Strahlend als Morgenstern!
Herold der Sonne!
Strahlend als Abendstern!
Güldene Krone!
Kündest der Sonne leuchtende Macht!
Kündest der Sterne glitzernde Pracht!

Das prächtige Gestirn, das oft abends im Westen ht, uns Menschen das Scheiden der Sonne leichter cht, ist bei näherem Zusehen der Planet, der mensch-

lich gesprochen, die meisten Möglichkeiten zur Entwic
lung organischen Lebens aufweist. An Masse der Er
mit 0,81 nahezu gleich, an Dichte mit 0,87 ihr noch me
ähnelnd, zieht Venus in einer Entfernung von 108 M
km, dh. von 0,72 in astronomischen Einheiten, ihre Ba
um die Sonne, eine Bahn, die kaum vom Kreis abweic
also eine sehr geringe Exzentrizität besitzt. An ein
Jahreszeitenwechsel, hervorgerufen durch verschiede
Aphel- und Perihel-Entfernung vom Tagesgestirn
demnach nicht zu denken. Wie es mit dem Jahreszeit
wechsel steht, den die etwaige schiefe Achsenstellu
des Planeten auf seiner Bahn nach sich ziehen müß
darüber können wir leider keine Auskunft geben. D
strahlende Helle des Gestirns ist nämlich die Folge ei
überaus dichten Atmosphäre, die jeden Durchblick
das Gestirn selbst verbietet. Die Flecken, die wir
Venus beobachten können, gehören somit der Atm
sphäre an und ihrer verwaschenen und leicht ve
änderlichen Gestalt wegen vermögen wir ihre Rotatio
eigenheiten nicht zu bestimmen, damit auch die A
senlage nicht. Die Beobachtungsschwierigkeiten s
durch den weiteren Umstand vermehrt, daß die Ve
sich nicht weit nach links oder rechts von der So
zu entfernen vermag und daher am günstigsten
tagsüber zu beobachten wäre, wenn die Luftunruhe
serer irdischen Atmosphäre wieder nicht erheblich s
rend wirkte. Als innerer Planet, wie Merkur, zeigt
Lichtgestalten wie unser Mond. Wenn ihre ganze Ob
fläche sichtbar ist, also im Falle „Voll-Venus", st
sie hinter oder zu dicht bei der Sonne, daß ihre
obachtung natürlich zur Unmöglichkeit wird. Steht
der Erde am nächsten, so zeigt sie uns ihre dunkle Se
wir sind wieder machtlos. Der leichte Schimmer, der
unbeleuchtete Venus-„Scheibe" umgibt, rührt von
starken Zerstreuung des Sonnenlichts in der Atm

phäre her, zeigt uns wiederum, daß für die Beobachtung
ben nicht viel zu hoffen ist. Die Annahme vieler Astro-
omen, daß Venus der Sonne stets dieselbe Seite zu-
ehre, wie dies ja der Mond der Erde gegenüber tut, dh.
ährend eines Umlaufs um die Sonne, also in 224,7d,
ich auch einmal um ihre Achse drehe, scheint wohl die
este und richtige zu sein.

Aehnlich liegen die Verhältnisse beim Merkur,
r kreist in 88 Tagen einmal um den Zentralkörper,
reht sich in 88 Tagen einmal um seine Achse! Seine
ntfernung von 58 Mill. km läßt die Sonnenstrahlen sehr
ntensiv zur Geltung kommen, zumal keine Atmo-
phäre, oder besser keine dichte Atmosphäre, dem Ein-
ringen der Strahlen Widerstand bietet. Der kleine,
ur den 20. Teil der Erdmasse besitzende Planet wird
omit eine wahre Höllenhitze aufweisen, der ein
enschlicher Organismus niemals standzuhalten ver-
möchte. Die geringe Schwerkraft, 0,39 der irdischen,
würde hier eine wesentliche „Erleichterung" wohl kaum
ewirken. Die Oberfläche von Merkur ist nach Be-
bachtungen von Schiaparelli offenbar mit ähnlichen
Kanalgebilden versehen wie Mars, wofern Schiaparelli
icht überall Kanäle zu sehen glaubte! Würde dies stim-
nen, so hätten wir anzunehmen, daß diese Kanäle
on der Hitze hervorgezaubert seien, also Hitzspalten
m Merkurreich darstellen. Ueber die Achsenlage sind
wir wie bei Venus im Unklaren, da er sich noch viel
veniger dem Strahlenbereich der Sonne zu entziehen
vermag und folglich kein günstiges Beobachtungsobjekt
st. Dem ist es auch zuzuschreiben, daß Kopernikus auf
lem Totenbette zu bedauern hatte, Merkur nie in sei-
nem Leben gesehen zu haben. Für einen etwaigen Mer-
kureinwohner käme, abgesehen von der unbekannten
evtl. schiefen Achsenlage noch die äußerst große Ex-
zentrizität seiner Bahn für die Entstehung der Jahres-

zeiten in Frage. Die Sonnenstrahlung ist in der Sonnennähe nahezu 1,7 mal stärker wie in der Sonnenferne. Einen Aufenthaltsort von erträglicher Temperatur können wir allenfalls doch nennen. Wie wenn sich die Merkurbewohner in der Dämmerungszone aufhielten! Auf der Nachtseite des Planeten herrscht infolge der ungehinderten Ausstrahlung grauenhafte Kälte, auf der Tagseite gräßliche Hitze. Die heißen atmosphärischen Schichten der Tagseite werden einen Ausgleich von ziemlicher Heftigkeit mit den kalten Nachtseiteschichten hervorrufen und somit erhielte der in der Sonnenhitze stehende Bewohner eine starke Milderung der Hitze durch den kalten von der Nachtseite kommenden Luftstrom. Das wäre die einzige Aufenthaltsmöglichkeit für einen Merkurbewohner. — Somit ginge auch dies zu Ende!

Sie könnten fragen, was mit der Unmenge von nahe zu 800 Planetoiden, die in der Lücke zwischen Mars und Jupiterbahn kreisen, los ist. Darüber kann nur gesagt werden, daß sie zu kleine Körper sind, über deren Oberfläche wir absolut nichts wissen, deshalb uns auch nicht berechtigt fühlen, eine Diskussion betreffend Bewohnbarkeit anzuschließen.

In summa sumarum: Mars kann unseren Vermutungen nach organische Lebewesen, wenigstens pflanzlicher Art beherbergen! Venus kann auch organisches Leben höherer Art aufweisen. Kann! — Das ist alles!

Bescheiden Sie sich mit dieser Auskunft, wie es der Wissenschaftler auch tut. Das Problem von der Bewohnbarkeit der Planeten zählt nun einmal mit zu den Welträtseln, von denen es heißt:

Ignoramus et ignorabimus!

4. Vorlesung.

Der Mond.

Vor Billionen von Jahren war es, da kreiste unsere rde noch als glühender Körper um den Sonnenball, da allte noch glühende Materie um den Planeten als Atosphäre. Stürmisch hob und senkte sich die Brust, vei mächtige Flutwellen umkreisten das Gestirn in rthmischem Wechsel, — nicht so langsam und träge, ie es heute die Wassermassen der Ozeane tun, wenn e dem Monde folgen. Nein! damals war die Erde jung, sehr jung! Damals gehorchte sie noch — der Allutter Sonne... die Erde reifte heran, wurde leichtnnig und in immer tollerem Wirbel drehte sie sich n sich selbst — bis etwas geschah, das wohl die Phyker heute berechnet haben, mit dem s i e freilich nicht chnete. Ihre ehedem vollendet kugelige Gestalt benn sich mehr und mehr abzuplatten, die Erde wurde m Ellipsoid. In ihrem Uebermut bemerkte sie diese nwandlung gar nicht, die Folge war, daß eines schön Tages die kritische Niveaufläche der atmosphärihen Massen erreicht wurde, was endlich zur Lostrenng von Teilen derselben am Aequator führte. So war sere Mutter Erde, ohne es zu ahnen, in den Besitz nes Rings gelangt. Allein, wie im Leben, was nützt der ng, wenn der Bräutigam fehlt? Wo aber in aller Welt llte die Erde einen solchen finden?... Das gab ihr eifellos zu denken! Die am Aequator losgelösten ngmassen mochten einen Gasring bilden, dessen Rotion keine gleichförmige war, dessen einzelne Teilen vielmehr den Kepler'schen Gesetzen in ihrer Bahn-

bewegung Folge leisteten. Da sowohl kondensierbar wie Gase gegenteiliger Natur die Atmosphäre zusam mensetzten, mußte ihre Trennung im Ring erfolger Dies geschah in der Weise, daß erstere sich sehr schne in kleine Materiebrocken, sternschuppenartige Körper chen, umwandelten, wofür die Möglichkeit durch di Wärmeausstrahlung der Gase nach dem Weltraum hi gegeben war. Die nicht kondensierbaren Gase dagege bildeten einen geschlossenen Ring, dessen einzelne Pa tikelchen gleichermaßen den Bahngesetzen Keplers Ge nüge leisteten. — In unserer heutigen Atmosphäre ver größern sich die einzelnen Wasserdampfteilchen nich etwa durch gegenseitige Attraktion, sondern einfac durch Zusammenfließen mit einander kollidierende Tröpfchen. — Gerade so ging es den Meteorkörperchen der damaligen Lufthülle.

Da Begegnungen und Zusammenstöße in dem dich ten Gewimmel in reichlichem Maße stattfanden, konnt sich ein größerer Körper bilden und so mochte die d mit wachsende Gravitation desselben weiterhin die A ziehung kleiner Meteormassen zu seiner Massenve größerung bewirken. Ein Zufließen neuer Gasmater von der Atmosphäre erfolgte indessen nicht meh Denn die zur Ergänzung der abgeschleuderten Aequ torialmaterie von den Polen kommenden Massen b saßen eine geringere Winkelgeschwindigkeit und übt somit einen Druck auf die unter ihnen befindlichen Ga aus. Mit der Zeit freilich werden auch sie von der R tationsgeschwindigkeit dieser unteren Schichten in M leidenschaft gezogen worden sein. Da ihr Reibung koeffizient aber sehr gering angenommen werden da wird dies erst nach langer Zeit eingetreten sein, wo d Erde am Ende schon viel an ihrer ursprünglichen R tationsgeschwindigkeit eingebüßt hatte. Eine weite Abschleuderung kam demnach bei ihr nicht in Fra

lit jenem aus der ehemaligen Ringmaterie entstande-
en Körper war die Erde ebenso unverhofft, wie zu
irem Ring, zu einem Bräutigam gekommen, unserem
Mond. Da die Umgebung des Mondes mit atmosphä-
ischen Gasen, kondensierbaren wie anderen, erfüllt
ar, schlugen sich die ersteren auf ihm nieder und ver-
rößerten andauernd seine Masse; damit wuchs wieder
ie Gravitation. Der Massenzuwachs konnte solange
eiter gehen als noch kondensierbare Gasmengen sich
n seiner Nähe vorfanden. Wenn eingangs bemerkt
urde, die Erde habe in tollem Wirbel rotiert, so ist
as natürlich keinesfalls so ernst zunehmen, obgleich
ns heute eine Umdrehungsdauer, wie sie in dem da-
naligen Entwicklungsstadium geherrscht haben mag,
on nur 4,1 Stunden reichlich schnell vorkommen wird.
Diese Geschwindigkeit wird mit der Zeit nachgelassen
aben, da die Erdatmosphäre der zunehmenden Verdich-
ung gemäß, sich bis innerhalb der Mondbahn zurück-
og. Diese fortschreitende Kontraktion nämlich be-
lingte ein Größerwerden des Reibungskoeffizienten.
Es trat erhöhte Gezeitenreibung auf, die einen Aus-
gleich zwischen der Rotationsdauer der Erde und der
Umlaufsdauer des Mondes schaffte. Das dritte Kep-
er'sche Gesetz verlangt indessen, daß das Quadrat der
Umlaufszeit eines Körpers um einen anderen im Verhält-
nis zur dritten Potenz der gegenseitigen Entfernung der
beiden Körper steht. Vergrößert sich die Umlaufszeit,
so wächst notwendigerweise auch die Entfernung. So
kam es, daß der gute Mond schließlich in einen Abstand
von 384 000 km von der Erde geriet. — Geriet?... Die
Erde hatte ihn allmählich, sie erkaltete ja mehr und
mehr, lieblos von sich gestoßen! Ueberdies war sie dem
Monde früher schon nicht so wohl gesinnt, hatte sie ihm
statt Teilen ihres Herzens doch nur ihren Mantel, ihre
Atmosphäre und auch diese nur teilweise überlassen.

So war es ihm nicht möglich, groß und stattlich zu werden, er mußte sich mit dem 80. Teil der Erdmasse begnügen, und da er seinen Körper nur aus den wenig dichten, obersten Atmosphärenschichten der Erde aufbauen durfte, litt seine Dichte gleichermaßen darunter, was sich in der Relativzahl 0,62 zur Erde ausspricht. Kein Wunder, daß Mond nach all' diesen Enttäuschungen, die er im Laufe von Jahrbillionen durchzumachen hatte, heute so ein vergrämtes Antlitz zeigt!

Die Erde ist erkaltet? Sie kümmert sich um den guten Mond nicht mehr? — Kann man ihr's denn übel nehmen? Ist sie nicht hinreichend belästigt von einer Wesenheit, die sich „Menschheit" nennt? Wird sie nicht geplagt und geschunden? — statt der ihr von Natur gegebenen reinen Atmosphäre lagert ein schmutziger, grauer Rauchschwaden über ihrem Körper, das Erzeugnis der großindustriellen Anlagen. Und sonst? Wie sieht's mit der sogenannten Menschheit selber aus? Nun, daß das Leben und Treiben derselben Mutter Erde nicht gefällt, das bringt sie manchmal unverkennbar zum Ausdruck, wenn sie ein Schauern und Beben durch ihren Körper gehen läßt. Zwar merkt die Menschheit mit Schrecken, daß etwas nicht in Ordnung ist, aber um was es sich handelt, darnach frägt sie nicht. Und so beruhigt sie sich nach kurzer Zeit wieder. Noch deutlicher spricht sich der Aerger gegenüber der Menschheit darin aus, daß unser Planet da und dort diesem Aerger gründlich Luft schafft und sogar zu speien, Feuer zu speien beginnt. In all dem Trubel erwacht der Erde die Erinnerung an jene frohen Tage, da sie mit dem Mond noch in engster Fühlung stand! Ihre eigene Zeit reicht zwar nicht aus, daß sie sich mit ihm beschäftigt. Aber wenn sie sein vergrämtes Antlitz erblickt, ergreift sie unsägliches Mitleid und so zeugt sie Menschen, die in ihrer Vertretung ihr Leben der Betrachtung des Mondes

eihen. Glücklich, wer sich zu diesen Auserwählten ählen darf! Glücklich, wem die Betrachtung unseres rabanten auch nur kurze Zeit vergönnt ist! Wollen uch Sie, meine Damen und Herren!, einige genußreiche ugenblicke erhaschen, und darf ich Ihr Führer sein, o würde ich mich freuen, wenigstens den Weg weisen u können, der Ihnen die Schönheiten jener Nachbar-elt erschließt.

Schon seit urdenklichen Zeiten erregte unser guter ond die Aufmerksamkeit der Menschen. Vor allem aren es seine Lichtgestalten, die zu denken gaben und anchem der alten Assyrer und Babylonier die Vermu-ng aufkommen ließen, daß der Mond eine Kugel sei, ie ihr Licht von der Sonne erhalte. Dieses Denker-m führte sogar dazu, daß jene Forscher daran gingen, ethoden zur Berechnung der Mondentfernung aus-ndig zu machen, und aus den gefundenen Werten, ie für die damalige Zeit ganz erstaunlich genau sind, ie Unrichtigkeit der Meinung erkannten, „der Mond chwebe nur etwas über den Wolken". Von der Kugel-estalt des Mondes ferner verfielen sie auf den Gedan-en, unsere Erde könne gleiche Gestalt besitzen und nden hierfür eine Bestätigung in den Mondfinsternis-n. Wie wäre es sonst denkbar, daß der über den Mond leitende Schatten, der von der Erde herrührt, kreisför-ig begrenzt ist, wenn letztere eine Scheibe wäre? olche und ähnliche Betrachtungen stellten die alten Weisen des Orients an und — sie kamen damit in er-enntnistheoretischer Hinsicht ein gut Stück vorwärts, n man kann sagen, sie waren gegenüber der Zeit des ittelalters weit voraus! Ueber die mit freiem Auge rkennbaren Gebilde der Mondoberfläche, den großen unklen Flecken, die das Gesicht des Manns im Monde usmachen, wurden merkwürdigerweise keine wesent-chen Beobachtungen angestellt.

Erst mit Galiläi trat eine Umwandlung ein. Er war es, der das neuerfundene Fernrohr zum ersten Mal auf den gestirnten Himmel richtete und beim Mond entdeckte, daß die genannten dunklen Flecken keine Meere, sondern nur ausgedehnte Tiefebenen sind. Wenn in der Wissenschaft heute trotzdem der Name Meer lat. mare, beibehalten wird, so soll damit gesagt sein, daß die Möglichkeit, jene Flächen seien ehedem von Wasser ausgefüllt gewesen, nicht bestritten werden kann.

Was unsere gegenwärtigen optischen Hilfsmittel auf dem Gebiete der Mondforschung zu leisten vermögen, das wollen wir jetzt kennen lernen.

Es ist kurz nach Neumond. Die feine, silberne Sichel des Mondes steht im Westen. Ihre C-förmige Gestalt hält krampfhaft ein aschgraues Etwas umklammert, das die unbeleuchtete Ergänzung der Sichel zum Kreis darstellt. Unbeleuchtet und doch sichtbar! Denn vom Monde aus gesehen, zeigt die Erde immer die Ergänzung der Mondphase. In diesem Falle hat die Erde kurz zuvor, bei Neumond, für einen Mondbeobachter „Voll-Erde“ gehabt. Das von ihr reflektierte Sonnenlicht ist es aber nun, welches uns die unbeleuchtete Mondseite sichtbar macht und in der aschgrauen Färbung erscheinen läßt. Wir nehmen das Fernrohr zur Hand und entdecken etwas nördlich der Mitte der hellen Sichel einen ovalen, dunklen Fleck. Es ist eines jener Meere, eine jener Tiefebenen vielmehr, die frühere höchstwahrscheinlich Meere waren. Man nennt es das Krisenmeer, mare Crisium. Nördlich über ihm ist ein kleines ovales Gebilde, über diesem weiter ein noch kleineres zu sehen. Das erste ist die Wallebene Cleomedes. Gegenüber den mare weisen die Wallebenen auf einen vulkanischen Ursprung hin. Sie bestehen, wie die nachher zu besprechenden Mondkrater

us einer von einem Ringwall umgebenen Ebene, in de-
en Mitte sich meistens ein kleiner Zentralberg befin-
let. Die Ausdehnung der Ebene ist bei den Wallebenen
vesentlich größer als bei den Kratern. Daher rührt
uch die verschiedene Bezeichnungsweise. Cleomedes
iat einen Durchmesser von 115 km, und die Höhe des
Walls beträgt 2600—3000 m (immer von der Innen-
läche aus gerechnet), während sich der Zentralberg
iur wenig über diese erhebt. Allgemein sind die Kegel
n der Mitte jedes Mondkraters von einer weit
geringeren Höhe als die Wälle. Damit ist ein prin-
zipieller Unterschied zwischen irdischen und Mondkra-
:ern gegeben. Hieraus jedoch den Schluß zu ziehen,
daß diese Mondformationen deshalb nicht vulkanischen
Ursprungs sein können, ist völlig unberechtigt, ja total
falsch. Niemals werden auf einem Weltkörper dieselben
Bedingungen und Verhältnisse herrschen, die z. B. für
unsere Erde in Betracht kommen. — Das zweite, nörd-
lich von Cleomedes gelegene Gebilde gehört bereits der
Klasse der Krater an und kennzeichnet sich vor
allem durch die starke östliche Erhebung seines Walls,
die nahezu 4000 m beträgt. Dieser Krater, Burk-
hardt, besitzt einen Durchmesser von 56 km, ist also
von wesentlich kleinerer Dimension als Cleomedes, wes-
halb er ja auch zur Klasse der Krater zählt. Am deut-
lichsten tritt an der jungen Mondsichel die große Wall-
ebene Endymion hervor. Sie werden jetzt fragen,
ob denn jeder Mondkrater seinen eigenen Namen hat.
Gewiß! Wir finden so ziemlich alle bedeutenden Mond-
forscher und Astronomen in Gestalt von Mondkratern
auf den Mond versetzt — der Mond ist mithin eine Art
astronomischer Ahnengalerie.

... Inzwischen ist die Sonne für den Mondbeobach-
ter immer höher gestiegen. Wir sehen bereits grös-
sere Maregebiete aus der Dunkelheit auftauchen,

die 7 Tage nach Neumond, also z. Zt. des ersten Viertels zusammen die Form eines Hirschkäfers bilden. Die beiden „Scheren" markiert durch das Meer der Fruchtbarkeit, mare Foecundatis einerseits, das Meer des Nektars, mare Nektaris andererseits. Der Hauptteil, der eigentliche Körper, gebildet vom Meer der Ruhe, mare Tranquillitatis, das Rumpfende von dem Meer der Heiterkeit, mare Serenitatis. — Die Phase des ersten Viertels ist zweifellos die günstigste zur Beobachtung der Kraterformationen, die am häufigsten in der Südpolargegend vorhanden sind. Das Bild, das der Mond dann in einem nur schwach vergrößernden Fernrohr bietet, ist überaus reizvoll, denn die tiefschwarzen Schlagschatten der Ringwälle lassen am besten die Form der Krater erkennen und erhöhen in ihrer Gesamtheit die ganze Plastik des Mondbildes. Unwillkürlich haftet der Blick an dem Gewirr von Kratern, das sich dort am Südpol zeigt. Ein Krater drängt sich am andern; während man anfangs bei der schmalen Sichel noch die einzelnen Kraternamen im Gedächtnis zu behalten vermochte, droht einem dieses hier Hohn sprechen zu wollen. Drei Formationen allenfalls, können hier zufolge ihrer gewaltigen Ausdehnung und Anordnung unsere Aufmerksamkeit fesseln, das sind die Wallebenen Theophilus, Cyrillus und Catharina. Besonders bemerkenswert ist die Wallverbindung zwischen Cyrillus und Catharina, während bei Cyrillus selbst der Nordost-Wallrand zerstört ist. Der Zerstörungsgrund ist leicht einzusehen, da das spätere Auftauchen von Theophilus den Cyrillus an der betreffenden Stelle in Mitleidenschaft ziehen mußte, dh. in kurzer Hand zerstörte.

Da! Weiter im Norden blitzt es aus der Dunkelheit auf! Hell und grell hebt sich ein punktförmiges Etwas ab. Ist es etwa ein Gipfel des mächtigen Gebirges, von

elchem wir bereits einen großen Teil erblicken kön-
en? Ja! Sonnenaufgang im Hochgebirge! Nur statt
er irdischen Rotfärbung der Gebirgsgipfel ein fahles
elbweiß! Ein mächtiges Kettengebirge zieht sich
orthin und bildet die Begrenzung des mare Im-
rium, des Meers der Regengüsse, gegen das mare
aporum, das Meer der Fledermäuse hin. Es sind die
ond-Appeninnen. Noch weiter nördlich entdecken
ir als nordöstliche Begrenzung des mare Serenitatis
n weiteres Kettengebirge, den Kaukasus. — Beide
ebirgszüge aus schroffen Bergformen von großer
öhe, bis über 4500 m oft, zusammengesetzt, bieten in
ünstiger, nicht allzu steiler Sonnenbeleuchtung mit
en zackigen Schatten ein typisches Bild. Ueberhaupt,
höher die Sonne über irgend einer Mondlandschaft
eht, umso weniger zeigt sich, da alle Unterschiede
on Hell und Dunkel, besonders die charakteristischen
Wegfall kommen. Gehen wir noch ein Stück nörd-
cher, so tritt uns das Alpenmassiv entgegen, das die
ortsetzung der Begrenzung des mare Imbrium im
ordwesten bildet. Je höher die Sonne steigt, umso-
ehr taucht von den Kettengebirgen auf. Wir erken-
en, daß die Alpenkette plötzlich unterbrochen ist und
ne mächtige Furche sich quer hindurch zieht, das
lpental, wie man es nennt. Jedoch ist diese Namen-
ebung hier wohl nicht angebracht, da es sich keines-
egs um ein wirkliches Tal handeln kann. Selbst ei-
em großen und reißenden Strom würde es nie einfal-
n, ein Gebirge so quer zu durchbrechen, wenn ihm die
öglichkeit geboten wäre, drum herum zu fließen.
Würde das „Tal“ die Alpen nicht völlig durchsetzen,
ondern vielleicht in der Zone der höchsten Gipfel
eginnen und sich talabwärts ziehen, so wäre schon eher
n den Fall eines Flußtales zu denken. Verfolgen wir
ie Alpenkette weiter nach Osten, so findet sie ihren

Abschluß kurz vor der großen Wallebene Plato, di
sich von anderen durch ihre merkwürdigen Beleuch
tungsverhältnisse unterscheidet. Mit zunehmende
Mondphase wird ihr Inneres heller und heller. Kurz, vo
Vollmond plötzlich stahlgrau, verdunkelt sie sich weiter
um im letzten und äußersten Beleuchtungsfall wieder s
hell wie das umgebende mare Imbrium zu werden. Da
Innere der Wallebene ist sehr eben und nur von einige
schwer zu beobachtenden Hügelchen durchsetzt. De
Wall hat eine durchschnittliche Höhe von 2000—2500 m
Auch er setzt sich aus zahlreichen spitzen und schroffe
Bergkegeln zusammen. Von Plato zieht sich ein weni
bedeutender Kettenring weiter nach Ost und wird durc
eine eingesprengte Bucht den Sinus Iridum aus
gebaucht. Gleich einem Perlenkranz zieht sich die Um
wallung hin, ein entzückender Anblick, ähnlich dem
jenigen der Umrandung des mare Crisium im Lichte de
untergehenden Sonne. An das große mare Imbriu
schließt sich das weitaus größte an, der oceanus Pro
cellarum, das Meer der Stürme, welches durch sein
südlichen Erweiterungen, das mare Nubium, da
Meer der Wolken, und das mare humorum, da
Meer der Feuchtigkeit, fast die gesamte sichtbare ös
liche Mondoberfläche einnimmt.

In der Mitte des oceanus Procellarum sitzen zwe
mächtige Mondkrater: Kopernicus, nahezu in de
Mitte der Mondhalbkugel, Kepler, mehr dem Os
rande zu gelegen. Ein mächtiger Wallring und in de
Mitte ein aus verschiedenen Gipfeln aufgebauter Zen
tralberg. Diese beiden Krater umgibt ein seltsame
Strahlenkranz, dessen Strahlen sich weit über di
Mondoberfläche erstrecken, und das ist nicht zu ve
gessen! Erstens sehr gerade, zweitens ungehindert üb
Hügel und Bergzüge weglaufend. Sie sind bei hohe
Sonnenstande am besten zu erkennen. Diese Ersche

ung führt uns wieder zur Südpolargegend, denn hier inden wir von einem der mächtigsten Ringgebirge – Tycho ausgehend ein eben solches, nur ins Ungeheure ausgedehntes Strahlensystem vor, dessen einelne Streifen mit wachsender Entfernung vom Krater mmer schmäler werden,bis zur Mitte der Mondhalbkugel reichend. Diese Strahlensysteme gehören wohl zu den rätselhaftesten Gebilden des Mondes, über deren Entstehungsursache wir uns nur sehr schwer ein Urteil bilden können. Noch eine Erscheinung muß besprochen werden, das sind die zahlreichen Rillen und Furchen, die besonders häufig in der Umgebung von Kratern angetroffen werden, scharf begrenzte Spalten, deren Länge zwar beträchtlich, aber bei weitem nicht an die der Strahlenstreifen heranreicht. Oft entspringen mehrere nahe einem Quellpunkt und ziehen sich manchmal parallel zu einander hin, meistens jedoch streben sie auseinander, hier und da Verästelungen zeigend.

Versuchen wir jetzt, die einzelnen Erscheinungen der Reihe nach auf ihre Entstehungsursache hin zu untersuchen, so bleibt nichts anderes übrig, als an Hand der einzelnen Hypothesen mit der Deutung der Mondgebilde zu beginnen, um nachher die beste Erklärungsmöglichkeit beizubehalten.

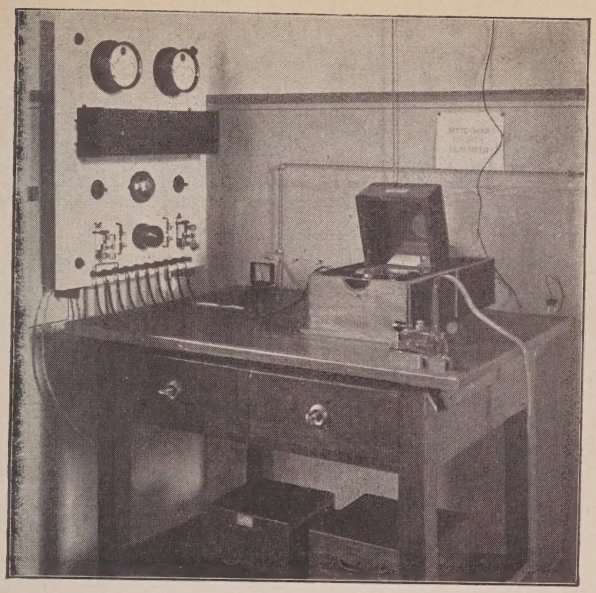
An erster Stelle ist die Vulkantheorie von Nasmyth und Carpenter zu nennen. Wie schon der Name sagt, ist nach dieser Theorie die Entstehung der Mondformationen, mit Ausnahme der Kettengebirge natürlich, auf Eruptivkräfte zurückzuführen. Das Profil eines Ringgebirges auf dem Monde scheint zunächst vielleicht einige Aehnlichkeit mit unserem Vesuv aufzuweisen, allein zeigt ein Querschnitt durch solch ein Mondringgebirge, daß zwei wesentliche Unterschiede auftreten. Erstens spielt bei Mondkratern der Wall die Hauptrolle, während dies bei den irdischen Vulkanen

gerade nicht der Fall ist. Hier vielmehr ist der Zentra
kegel die Hauptsache. Zweitens liegt die Wall-E b e n
der Mondkrater bedeutend unter der umgebenden N
veaufläche, die der Krater durchsetzt, und der Zentra
berg erreicht kaum, in vielen Fällen gar nicht, die Höh
der allgemeinen Niveaufläche. Daraus die Folgerun
ziehen zu wollen, daß die Mondkrater keinen vulkani
schen Ursprung haben können, ist, wie früher schon an
gedeutet, durchaus unberechtigt. Man muß bedenken
daß die Dichte des Mondes nur 0,62 der irdischen, sein
Masse nur der 80. Teil der Erdmasse ist, daß demnach
von vornherein ganz andere Grundbedingungen für di
vulkanische Tätigkeit gegeben sind, als bei unseren
Mutterplaneten.

Was die eigentlichen M o n d k r a t e r angeht, s
sind sie nicht als die ältesten Gebilde anzusprechen
vielmehr gehen ihnen die kleinsten sogenannten K r a
t e r g r u b e n voraus. Zur Zeit, da der Mond zähflüs-
sig war, unter Umständen teilweise unterkühlt, kamen
Gasblasen aus dem Mondinneren an die Oberfläche, zer-
platzten an dieser, nachdem sie diese zunächst etwas
aufgewölbt hatten; der Rand der Aufwölbung blieb ste-
hen, während die mit heraufgebrachten glühend-flüssigen
Gasmassen das Innere der Grube ausfüllten. Da die
Mondoberfläche größtenteils, wie gesagt, als unter-
kühlt gelten durfte, so war bei der herrschenden Welt-
raumkälte, die durch die nicht allzu dichte Atmosphäre
wenig am Eindringen behindert war, die Möglichkeit zu
schneller Erstarrung des Blasenwalls gegeben. Mit zu-
nehmender Zähigkeit der Mondoberfläche, wurde der
Durchbruch kleinerer Gasbläschen mit der Zeit verhin-
dert. Dies hatte zur Folge, daß sich mehrere in der Nähe
befindliche Blasen zu einer größeren zusammenschlos-
sen, deren Spannkraft so lange wuchs, bis ein Durch-
bruch zuwege kam. Dieser war so gewaltig, daß er

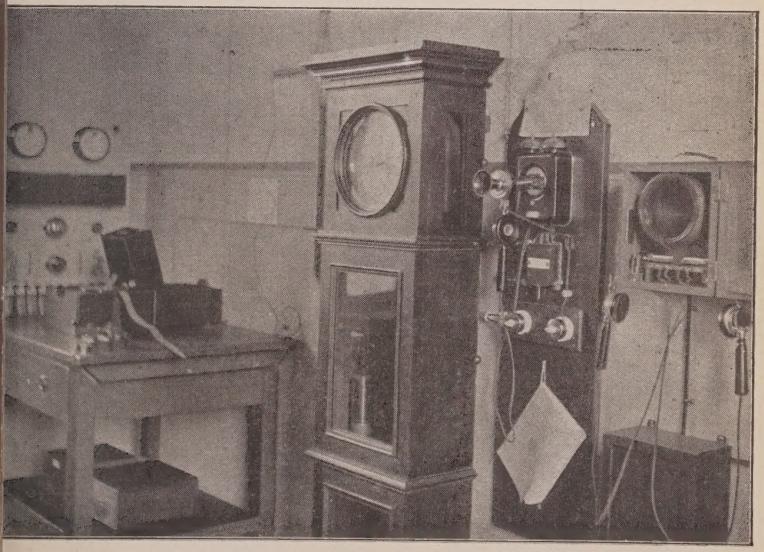
Chronographenzimmer.

960



M. Wolf, phot.

Die telegraphische Zeitdienstanlage.



Zeitdienstanlage. M. Wolf, phot.

Links Schalttafel für den telegr. Zeitdienst, auf dem Tisch der zugehörige Taster. Rechts M. E. Z. Uhr und Telephon, an dessen Mikrophon eine Vorrichtung zum Hörbarmachen der Sekundenschläge dienend.

lühende Magmamassen mit hinausschleuderte und sie
m das Ausbruchszentrum in großer Entfernung zu ei-
em ringförmigen Wall anhäufte, so wie wir ihn heute
ei sämtlichen Ringgebirgen, Wallebenen usw., vorfin-
en. Dann herrschte einige Zeit Ruhe, bis eine neue An-
ammlung von Gasen sich aufs neue Luft schaffte und,
ie Bahnen der vorhergehenden Eruption benützend, in
er Mitte des gebildeten Ringwalls neue Massen aus-
chleuderte. Diesmal war die eruptive Kraft nicht mehr
on der früheren Stärke und konnte somit nur einen
ufschüttungskegel um den Ausbruchsschlot bilden,
en Zentralkegel des Ringgebirgs. Bei den
Wallebenen wird sich das Gleiche in vergrös-
ertem Maßstab abgespielt haben. Dagegen er-
eben verschiedene Forscher Einwände, die vielleicht
erücksichtigt werden müssen. Die außerordentliche
tellung, die unser Mond gegenüber der Erde auf dem
iebiet des Vulkanismus einnimmt, nicht zur Annahme
emacht, wäre die Erklärung der Wallebenenbildung
ach Nasmyth und Carpenter allerdings mit einem
ragezeichen zu versehen. Um diesen Schwierigkeiten
us dem Wege zu gehen, hat Dr. Dahmer (in Höchst
. Main) eine Erweiterung des Gedankenkreises jener
orscher vorgenommen, indem er die Unterkühlung die
auptrolle spielen läßt. Er glaubt, daß die großen Gas-
assen bei ihrem Zerplatzen an der zähflüssigen Mond-
berfläche Wellen erzeugten, wie ein ins Wasser ge-
orfener Gegenstand, die sich weiter fortpflanzten und
iemlich vom Erregungszentrum entfernt eine im Ver-
leich zur Ausdehnung des umschlossenen Gebiets nie-
rige Welle als Rand stehen ließen. Dr. Dahmers Theorie
t durch sinnreiche Versuche, die keineswegs willkür-
che Bedingungen enthalten, wie von gegnerischer Seite
mmer behauptet wird, eine weitgehende Stütze ver-
ehen worden. — Die auf den Ringwällen der Krater-

und Wallebenen zahlreich vorhandenen Wallkrater sind nachträglich „aufgesetzt" worden. — Die Kettengebirge sind nach der „Vulkantheorie" durch rein tektonische, faltende Kräfte erzeugt, mithin unseren irdischen Gebirgszügen durchaus vergleichbar. Das soll sich auch in der Nomenklatur Appeninnen, Alpen, Kaukasus usw. aussprechen. Die größeren Kratern wie Tycho, Kopernikus und Kepler beigesellten Strahlensysteme haben wir uns folgendermaßen entstanden zu denken. Durch irgendwelche Verhältnisse fand an den Stellen, an welchen sich diese Krater befinden, eine grössere Gasmassenansammlung statt. Die durch den Fortschritt der Kontraktion des Mondkörpers bewirkte Schrumpfung übte einen Druck auf die unterlagernden Gase aus; diese schon vorher stark comprimiert, brachen ihre Fesseln und kamen in den früheren Eruptionsschloten zum Durch- und Ausbruch. Der Rückstoß war so stark, daß er auf die noch eingeschlossenen Gasmassen einen momentanen, starken Druck ausübte, der diese veranlaßte, die Rinde zu sprengen, wobei Spalten entstanden, die vom Gebirgsmittelpunkt radial wegstrebten und ihren Anfang am Außenrand des Ringwalls nahmen. Da sich nun glühende Magmamassen unter den vordem eingeschlossenen Gasen befanden, kamen sie auch an die Oberfläche und füllten die Spalten aus. Hier erstarrten sie sehr schnell und kristallisierten aus. Damit findet zugleich die Sichtbarkeit der Strahlensysteme eine einfache und plausible Erklärung. Wir wissen, daß die Strahlen am besten bei hohem Sonnenstande, d. h. bei Vollmond zu sehen sind. In diesem Falle trifft die Sonnenstrahlung senkrecht auf die kristallene Masse auf und wird unter minimalen Absorptionsverlusten reflektiert, während bei niedrigem Sonnenstande die Strahlen schräg auffallen und ebenso zurückgeworfen werden.

Nicht viel verschieden von den Streifen sind die Rillen und Furchen. Nur werden sie nicht nach dem auptausbruch oder zugleich mit diesem entstanden in, vielmehr müssen sie als gelegentliche Nebenprokte größerer Monderschütterungen aufgefaßt werden, ie sie in der Umgebung erloschener Krater ja häufig ftreten. Die Rillen sind kurz gesagt das, was wir f der Erde als Erdbebenspalten bezeichnen, also ondbebenspalten. Das Gleiche gilt von den was breiteren Furchen. Bei diesen muß nur eine Ausnahme bemerkt werden, das schon früher erwähnte Alntal, wenngleich seine Entstehung auch nach der für Rillenbildung gegebenen Erklärung erfolgt sein nn. Vielleicht verdankt das Alpental seinen Ursprung nem die Mondoberfläche streifenden Meteor, eine Anhme, die von der sogenannten Meteor- oder Aufurzhypothese herrührt, und wahrscheinlich ch die allerwahrscheinlichste Annahme dieser ganzen pothese ist.

Da die Mare nicht zur Betrachtung in einer Vulkanorie gehören, mögen sie für sich besprochen werden. Wenden wir uns zur Aufsturzhypothese, wie der bekannte Populärastronom Dr. M. W. Meyer trat. Sie geht von den Anfangsgründen der Monddung aus und behauptet, die kleineren meteorartigen rperchen, die sich aus den kondensierbaren Gasen r ehemaligen Erde-Mondatmosphäre gebildet hatten d die Mondmasse umschwärmten, stießen schließlich f diese selbst radial auf und erzeugten so die Ringlle, der Meteorkörper blieb stecken und schaut heute ch als Zentralberg heraus. Damit wäre alles kurz ert. Aber — und das „Aber“ ist diesmal bedeutend ößer wie die Wahrscheinlichkeit dieser Hypothese: ist doch sonderbar anzunehmen, alle diese Körperen seien radial aufgestürzt, zumal der Mond um

diese Zeit sich sicher schneller um seine Achse dreht wie heute. Sowie die Körperchen schief auffielen, mußt die Gestalt der Ringgebirge von der Kreisform wesent lich abweichen, ja stark elliptisch werden, was aber i Wirklichkeit nicht zutrifft. Ferner, wie wäre da flache Innere der Ringgebirge zu erklären? Die Ein tiefung gegenüber der allgemeinen Niveaufläche ging an, spräche vielleicht zu Gunsten der Hypothese, abe die hohle Form einer derartigen „Aufsturz"-Eintiefun wohl schwerlich. Einen Einwand, den man der Meteori tenhypothese entgegenzuhalten pflegt, ist der, daß Glei ches auch bei unserer Erde stattgehabt haben müsse Denn ihre Gravitation ist bedeutend größer, mithi hätte sie eine größere Anzahl dieser Körperchen a sich zu reißen vermocht. — „Nein!", wird uns von de Gegnern eingewandt. „Die Erde besaß eine überau dichte Atmosphäre, die die Körperchen am kräftige Auftreffen hindern konnte."

...Gegen die Aufsturzhypothese läßt sich leicht ei Argument finden. Entweder: es war eine Atmo sphäre da, aus der sich die Körperchen bildeten, dies umgab auch den Mond. Dann ist nicht einzusehen, we halb nicht Aehnliches sich bei unserer Erde ereign hat, da wir doch keinerlei Eindrücke solcher Meteo körperchen vorfinden. Oder: es war die Atmosphä der Kondensation der Erde als Ganzem folgend inne halb der Mondbahngrenzen zurückgegangen, dann w ren wohl Meteorkörperchen da, aber sie werden n verschwindenden Ausnahmen schief auf die Mondobe fläche getroffen sein. Letzteres ist im Falle, daß d erste Annahme besteht, auch gültig!

Ueber die Strahlensysteme bringt die Mete ritenhypothese eine Behauptung, die überaus anspruch voll ist. Ein gewaltiges Meteor traf z. Zt., da sich bere eine Oberflächenkruste über dem glühenden Mondb

ebildet hatte, auf diese auf und zwar in der Gegend
er mit Strahlensystemen versehenen Ringgebirge. Die
berfläche barst auf und ließ so die Radialspalten ent-
ehen, die sich mit der aufsteigenden glühenden Magma
usfüllten. Welch eine Masse muß dieses Meteor be-
ssen haben? Mit welcher Wucht muß es aufgefallen
in? — Wäre es so, daß die Hypothese hier Gültigkeit
esäße, so muß angenommen werden, daß der Körper
folge der Wucht, mit der er auffiel, tief in die Ober-
äche eindrang, ja sogar in die Lava, die das Einbruchs-
ch sicherlich nachfüllte. Er wird mithin wohl einge-
hmolzen sein. Da keinerlei größere vulkanische Kräfte,
er Theorie entsprechend, im Spiel sein dürfen, ist die
ntstehung eines Zentralbergs nicht anzunehmen. War
imlich eine Oberflächenkruste bereits vorhanden, wie
us vorausgesetzt wurde, so war auch die unter ihr be-
ndliche Masse ziemlich dickflüssig; ein Nachfließen
ird durch den Meteorpfropf, sofern er nicht tiefer ein-
edrungen war, unmöglich gemacht worden sein. War
indessen bis in die Lavamassen eingedrungen, so füll-
n diese allmählich den Trichter bis zur Niveaufläche
us. Dann allerdings konnte, nachdem die Oberfläche
ieder erstarrt war, späterhin ein Zentralberg durch
ulkanische Kräfte zustandekommen. Dem steht wie-
er gegenüber, daß eine Entstehung durch vulkanische
räfte von der Aufsturzhypothese abgelehnt wird. Es
eibt allenfalls noch übrig, daß man dem aufstürzen-
en Meteor eine kantige, unregelmäßige Oberfläche zu-
hreibt; so und nur so wären wir in der Lage, für die-
n speziellen Fall der Aufsturzhypothese Gültigkeit
uschreiben zu können. Doch müssen wir jetzt die nicht
nwichtige Frage stellen, ob wohl alle jene Körperchen,
e aus kondensierbaren Gasen entstanden sein sollen,
olche unregelmäßigen Formen, statt der im Weltall
llgemein üblichen" Kugelgestalt aufwiesen? Sei dem,

wie ihm sein mag: die Aufsturzhypothese ist eine sehr gewagte Hypothese!

Es gibt, wie uns die Betrachtungen über die Entwicklung des Planetensystems zeigten, Theorien, die im einen Fall ungültig sind, im andern dagegen wohl Geltung besitzen können. So unbrauchbar die Laplacesche Kosmogonie zur Erklärung der Bildung des ganzen Sonnensystems war, so anwendbar ist sie, wie wir heute gleich zu Beginn gesehen haben, für die Entstehung des Mondes. Das gleiche trifft für die Glazialkosmogonie von Hörbiger-Fauth zu. Waren wir damals gar nicht auf ihre Gedanken eingegangen, so können wir sie im Falle des Mondes nicht ganz von der Hand weisen, zumal sie hier einige sehr wohl angängige Behauptungen aufstellt. Die hohe Albedo, dh. das Reflexionsvermögen, das die Mondoberfläche besitzt, die überaus helle Färbung der gebirgigen Mondpartien läßt unter Umständen die Annahme des Vorhandenseins von Eis zu. Freilich müßte nach den irdischen Verhältnissen zu schließen immerhin eine Atmosphäre vorhanden sein, von der bis jetzt, vorsichtig ausgedrückt, keine merkliche Spur zu beobachten war. Denn die starke, durch eine dünne Atmosphäre nur wenig geschwächte Sonnenstrahlung wird das Eis zum Schmelzen und Verdampfen bringen müssen, es müßten Wolkenbildungen erscheinen und eine leichte Trübung der sichtbaren Oberfläche hervorrufen. Am Ende lassen sich die sonderbaren Beleuchtungsverhältnisse bei Plato durch ein Schmelzen des Eises und Feuchterwerden der Innenfläche auf diese Weise erklären. Die übrigen Gedanken von Hörbiger-Fauth für die Entstehung der Mondformationen sind nicht von Wert und sollen deshalb auch hier weggelassen werden.

Somit wäre das Wichtigste über diese Theorien gesagt. Die Vulkantheorie behält bis jetzt den Sieg

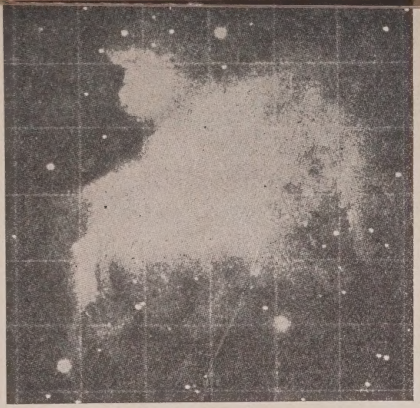
und wird, soweit sich voraussehen läßt, in ihren Grundzügen bestehen bleiben, da diese wohl unanfechtbar sind. Möglich, daß die eine oder andere Erweiterung etwa wie die Dr. Dahmers, an kritischen Punkten hinzukommt.

Die Faltengebirge werden, wie schon erwähnt, durch tektonische, faltende Kräfte entstanden gedacht. In diesem Punkte scheint bei allen Forschern Uebereinstimmung zu herrschen.

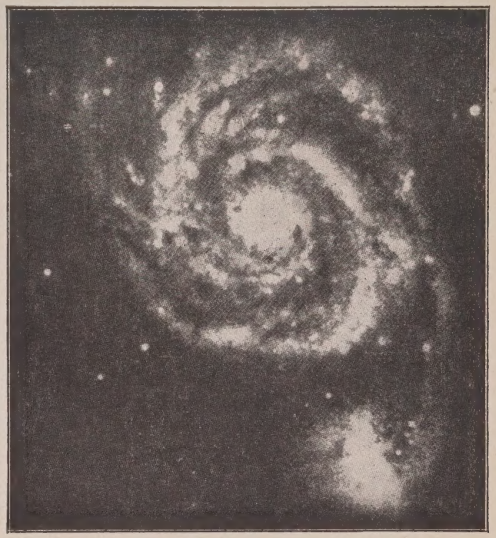
Ueber die Beschaffenheit der Gesteinshülle selbst ist schwer ein Urteil zu gewinnen. Albedobestimmungen, die ich selbst an 175 Gesteinsarten jeder Formation im vorigen Jahre ausführte, haben zu dem immerhin wahrscheinlichen und erfreulichen Resultat geführt, daß die gelblich-weiße Färbung der Gebirgspartien, zum mindesten der Ringgebirge und Krater, auf gelben Tuff hinweist. Die Albedowerte stimmen fast völlig überein. Da unsere irdischen Tuffe im allgemeinen graue bis gelbe Färbung zeigen und ein wenig dichtes Gestein sind, ist wiederum mit Rücksicht auf die geringe Dichte des Mondes eine weitgehende Stütze für meine Ansicht gewonnen.

Ueber die großen kontinentalen Vorgänge auf dem Mond existieren bis jetzt keine Theorien, die sich eine eingehende Erklärung derselben zur Aufgabe gemacht hätten. Aus diesem Grunde halte ich es für Sie nicht ganz uninteressant, wenn ich hier meine eigene Meinung zur Darstellung bringe. In manchen Werken über ehedem auf dem Mond wirksam gewesene Kräfte findet sich die Ansicht, daß die Behauptung, der Krater Tycho habe früher die Stelle des Mondsüdpols eingenommen, habe aber durch Störungen verursachende Gravitationskräfte im Laufe der Zeiten eine Verlagerung erfahren, richtig sein könne. Wir wissen ja von

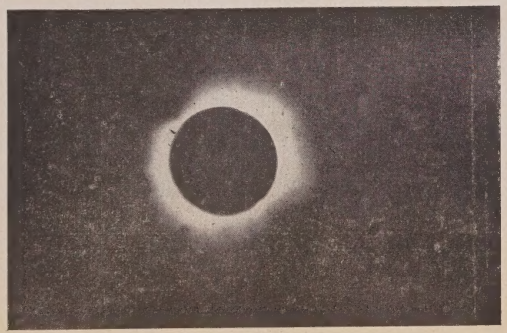
unserer Erde her, daß auch heute solche Einflüsse bemerkbar sind, die die sogenannten Polhöhenschwankungen bewirken. Davon eben, daß Tycho die ehemalige Lage des Mondsüdpols darstellt, geht meine Theorie aus. Ich nehme an, an der Tycho entgegengesetzten Stelle, deren Lage auf der uns abgewandten Seite der Mondkugel zu suchen ist, befindet sich ein Tycho ähnlicher Krater, der ebensolche Strahlenstreifen zeigt. Die Bestätigung hierfür finde ich in Streifenresten, die ohne Zweifel von der anderen nördlichen Mondseite herstammen, und deren Ausläufer auf die sichtbare Mondhemisphäre übergreifen. Außerdem findet meine Ansicht einen weiteren Halt in der Tatsache, daß ein dem am Südpol befindlichen gleiches Kratergewirr auch im Norden auftritt. Damit ist stillschweigend gesagt: die Bedingungen, die für die Entstehung des Kratergewimmels im Süden maßgebend gewesen sind, müssen auch für den nördlichen Mondteil angenommen werden. Die beim Ausbruch an den beiden Polen freigewordenen Gasmassen haben höchstwahrscheinlich die am Aequator unter der Oberflächenkruste ehedem befindlichen gebläseartig angezogen und damit einen Hohlraum unter den äquatorialen Gegenden entstehen lassen. Die Oberflächenkruste brach infolge ihrer Schwere dort ein und gab Anlaß zur Entstehung der großen Mareebenen. Teilweise kamen glühende Magmamassen an vereinzelten Punkten mit großer Heftigkeit zum Ausbruch und ließen die großen Krater Kopernikus und Kepler im oceanus Procellarum entstehen. Die Wucht der Ausstoßung dieser Magmamassen zog die Aufspaltung der Umgebung der genannten Krater nach sich, die wir in den Strahlensystemen sehen. Auf die Möglichkeit der Hypothese weist auch die Tatsache hin, daß die Maregebiete im Falle der ehemaligen Lage der



Orionnebel.



Jagdhundnebel.



Sonne mit Chromosphäre u. Corona.

1842

'ole an den genannten Stellen wirklich äquatorial ge-
:gen sind, in der heutigen Lage infolge der Projektion
ur anders zu liegen scheinen.

Der Mond ist, wie wir gesehen haben, ein Him-
ielskörper, der uns weit mehr Schwierigkeiten für die
:rklärung seiner Oberflächengebilde bietet, als etwa
Mars. Die weite Entfernung des letzteren Planeten be-
ingt ja, daß wir die Einzelheiten seiner Oberfläche
ei weitem nicht so gut beobachten können, um daraus
e s t i m m t e Anhaltspunkte zu gewinnen, die eine
inigermaßen einwandfreie Erklärung jener Gebilde zu-
assen. Beim Mond liegen die Verhältnisse gerade um-
:ekehrt. Seine große Nähe gestattet ein genaues Er-
:ennen seiner Oberflächenformen; damit, daß diese
ußerst verwickelte Gebilde sind, stellen sich ihrer
:rklärungsmöglichkeit unüberwindliche Schwierigkeiten
n den Weg. Wenn in dieser Hinsicht der Mond für den
Astronomen kein leichtes Objekt zu theoretischen Be-
rachtungen darstellt, so bietet er andererseits wie-
ler die sehr geschätzte Möglichkeit, mit seiner
Hilfe auf anderem Wege erkenntnistheoretisch
iberaus wertvolle Resultate zu erlangen. Da
ind in erster Linie die v o n i h m hervor-
:erufenen S o n n e n f i n s t e r n i s s e zu nennen, die
lie Beobachtung der obersten Atmosphärenschichten
:estatten, wie Chromosphäre, Korona und die Protube-
:anzen. Besonders aber hat in gegenwärtiger Zeit die
Erscheinung der totalen Sonnenfinsternisse für die Er-
:enntnistheorie Bedeutsames geleistet. Der aus der
E i n s t e i n ' s c h e n R e l a t i v i t ä t s t h e o r i e zu fol-
:ernde, nur bei einer völligen Verfinsterung der Sonne
)eobachtbare Ablenkungseffekt für das Licht, im Gravi-
:ationsfeld der Sonne, der der Rechnung nach 1,7 Bogen-
:ekunden betragen sollte, wurde bei der totalen Finster-
nis vom Mai 1919 tatsächlich wahrgenommen. Die so heiß

umstrittene Relativitätstheorie hat mit dieser Bestätigung eine starke Stütze gewonnen, wie ja auch auf dem Gebiete der Astronomie die Aussichten für ihre Bestätigung allgemein die günstigsten sind. (Ueber die Wichtigkeit des Mondes als Flut- und Ebbeerzeuger braucht wohl kaum etwas gesagt zu werden). Der Mond gehört nach dem Gesagten zu den interessantesten, wenngleich schwierigsten Objekten der beobachtenden Astronomie. Von seinen Schönheiten Ihnen das Hauptsächlichste mitzuteilen, war meine Aufgabe; ich wünsche sie zu Ihrer Zufriedenheit gelöst zu haben.

In der heutigen wie in den vorhergehenden Vorlesungen war es mir hauptsächlich darum zu tun, neben der einfachen, systematischen Beschreibung der Himmelserscheinungen, die für die Erklärung derselben unerläßliche „graue Theorie", zufolge ihrer erkenntnistheoretischen Wichtigkeit in den Vordergrund der Betrachtungen zu stellen. Sollte die Anschaulichkeit in der Darstellung des keineswegs leichten Stoffes nicht darunter gelitten haben, so würde ich mich für Sie freuen. Ich wünsche, Ihnen zugleich einige Anregungen gegeben zu haben, sich mit der Himmelskunde im allgemeinen, wie im besonderen näher und eingehender zu beschäftigen. Mögen Sie Ihren Weg gehen, unbekümmert um die mancherlei Hindernisse, die sich Ihnen in den Weg stellen werden, eingedenk des alten lateinischen Sprichworts:

Per aspera ad astra!

Schlußwort.

Staat und Sternwarte.

Halten wir Umschau bei den Naturvölkern einerseits, den Kulturvölkern andererseits, bei den Völkern längst vergangener Zeiten, wie bei den heutigen modernen Menschen, so finden wir in beiden Fällen in der staatlichen Gemeinschaft neben anderen Wissenschaften eine vertreten, die gar nichts mit dem Staatsleben gemein zu haben scheint. Wird sie auch als „Königin der Wissenschaften" bezeichnet und damit unzweifelhaft an die Spitze menschlichen Wissens gestellt, so ist doch die Ansicht, daß man es hier mit einer rein idealen Wissenschaft zu tun habe, so allgemein verbreitet, daß es sich wohl lohnt, diese Zuzählung zum „rein Idealen" einer Prüfung zu unterziehen, die sie als berechtigt oder unberechtigt erkennen läßt. Besser, wir sehen nicht lange nach, ob diese Ansicht berechtigt ist, sondern behaupten, daß sie es nicht ist, und suchen im folgenden die Beweise dafür zu erbringen. Natürlich läßt sich nicht leugnen, daß die Beschäftigung mit den glitzernden Sternenwelten vornehmlich geistige und besonders erzieherische Werte mit sich bringt, die dem, der sich mit der Himmelskunde befaßt, erschlossen werden. Diese Eigenheiten der Einwirkung auf Herz und Gemüt vererben sich weiter und sind von ausschlaggebender Bedeutung für die Ausbildung der Charaktere. Sie üben mithin auch in gewissem Sinne einen Einfluß auf das staatsbürgerliche Leben aus, da die Charaktereigenschaften für die Handlungsweise des Menschen bestimmend sind. Dies zeigt schon, daß die Erhaltung und

Förderung der Astronomie in den Interessenbereich des Staats hereingehört. Denn allein die idealen Güter, die sie spendet, können eine Veredelung der Menschheit, ihrer Charaktere und damit ihrer Denk- und Handlungsweise bewirken. Es ist ohne weiteres ersichtlich, daß das bisher Gesagte nur für kulturell hochentwickelte Menschen gilt, wobei der Begriff „kulturell hochentwickelt" nicht im allgemeinen, weiteren Sinne aufgefaßt werden soll, so daß man die Menschen mit darunter versteht, die sich zwar zu den Gebildeten rechnen und somit eine hohe kulturelle Stufe beanspruchen, die aber in Wirklichkeit nicht über die „Bildung" des Ballsaales hinausgekommen sind. Für die andere Spezies von Menschen mit ausschließlich materialistischer Weltanschauung läge demnach eine Existenzberechtigung der Wissenschaft Uranias nur dann vor, wenn man beweisen kann, daß die Himmelskunde einen namhaften Einfluß auf Staats- und Wirtschaftsleben ausübt.

Was die Denkart der materialistischen Richtung betrifft, so ist sie wohl derjenigen der Nachtvölker an die Seite zu stellen, deren Sinn im allgemeinen lediglich auf das Praktische gerichtet ist. Diese Nachtvölker, wie wir sie herablassend zu nennen pflegen, sind es gerade, die uns die stichhaltigsten Beweise für die Notwendigkeit der astronomischen Wissenschaft erbringen. Die Pflege dieser Wissenschaft entspringt weniger einem praktischen Bedürfnis als einem religiösen. Brachte Letzteres im Laufe der Zeit die falsche Halbschwester der Astronomie, die Astrologie hervor, deren Wirkungen sich später noch in der Zeit des größten Tiefstands aller Wissenschaft, während der Nacht des Mittelalters fühlbar machten, so ist der Nutzen der Astrologie für die Astronomie doch keineswegs zu unterschätzen. Denn um den Einfluß der Gestirne auf das menschliche Leben bestimmen zu können, mußten diese,

die Sterne, Sonne, Mond und die Planeten, genau beobachtet werden — für einen „Blick in die Zukunft“ mußte man die Stellungen der genannten Gestirne vorauszuberechnen imstande sein — eine rein astronomische Arbeit! — Hierzu wiederum mußten mathematische Methoden ersonnen, ausgebaut und verbessert werden. Der dadurch bewirkte Aufschwung der Mathematik war späterhin überaus wichtig, für die gesamte Menschheit, im Hinblick auf die moderne Technik, die Zusammenfassung aller Spezialgebiete derselben, die in der Hauptsache auf theoretischen, dh. mathematischen Grundlagen fundiert ist. Wir sehen auch hier, wie der rein ideale, diesmal religiöse Ursprung nicht ohne Einfluß auf unsere kulturelle Entwicklung geblieben ist. Noch muß darauf hingewiesen werden, daß die Nachtvölker von heute diesen Aufstieg der Mathematik niemals bewirkt haben könnten. Es handelte sich nur darum, und das ist wohl das Wichtigste, nachzuweisen, inwiefern der ideale, religiösen Bedürfnissen entsprechende Ursprung der Himmelskunde, den wir bei allen Nachtvölkern antreffen, und der mithin fast bei der ganzen Menschheit vorchristlicher Zeiten wie einem Teil der Menschheit von heute vorhanden sein mußte und muß, indirekt, dh. durch Vermittlung der Mathematik, für die Technik und das von dieser abhängige Staatswohl fördernd gewesen ist. Für die Grundlagen der Himmelskunde im genannten Sinn kommen alle Völker, auch die Nachtvölker in Betracht, die Förderung und Weiterentwicklung hingegen setzt einen geistig entwicklungsfähigen Menschenschlag voraus.

Haben wir uns bis jetzt mit der Frage befaßt, inwieweit die religiösen Bedürfnissen entsprungene Art von Astronomie auf das praktische Leben eingewirkt hat, so kommen wir nunmehr zum Hauptpunkt unserer Betrachtung: „Staat und Sternwarte“.

Die Grundbedingung für ein geordnetes, geregeltes Staatsleben ist zunächst ein geordnetes Zeit- und Kalenderwesen. Dieses bildet die Grundlage alles Tuns, auf ihm baut sich schließlich die gesamte Existenz eines Volkes auf. Auf dem Wechsel der Jahreszeiten bezügl. der Erkenntnis ihrer Folge, beruht z. B. jede wirtschaftliche landwirtschaftliche Produktion. Hieraus ergibt sich die Notwendigkeit astronomischer Beobachtungen für jedes Volk, im Altertum wie in der Gegenwart. Um die Regelmäßigkeit der Wiederkehr der Jahreszeiten zu erkennen, müssen wir uns mit dem Zählen bestimmter Einheiten befassen, wir müssen untersuchen, wieviele gleichgroße Zeiteinheiten eine solche Jahreszeitenperiode einschließt. Die Natur hat uns die Sache leicht gemacht, durch die Achsendrehung der Erde und den dadurch bedingten scheinbaren Auf- und Untergang der Gestirne, den Wechsel von Tag und Nacht, oder primitiver ausgedrückt, von Licht und Dunkel. Nichts liegt näher als die Zusammenfassung von Licht und Dunkel zu einer Einheit, die wir bekanntlich als Tag bezeichnen. Auch ist es nicht schwer, die Anzahl der von einer Jahreszeit umfaßten Einheiten oder Tage festzustellen und damit den Grundstein für einen Kalender zu legen. Es wäre unschwer gewesen, die genaue Längeneinheit des Jahres festzustellen, sie zu 365¼ Tagen annähernd zu bestimmen, wenn der Mond mit seiner Umlaufsbewegung nicht zur Annahme einer zweiten Zeitepoche geführt hätte. Diese Periode beträgt 29—30 Tage, die wechselnden Lichtgestalten, die wir als Neumond, erstes Viertel, Vollmond und letzt-Viertel bezeichnen, spielen sich in dieser Zeit einmal ab; so entstand der Monat. Die eben genannten Hauptphasen, deren jede ungefähr 7 Tage zur Entwicklung und ihrem Uebergang zur nächstfolgenden braucht, führten zur Festlegung der kleineren Einheit, der

Woche, deren einzelne Tage schließlich mit dem Namen der sieben Planeten belegt wurden, Zu diesen zählten damals Mond, Merkur, Venus, Sonne, Mars, Jupiter und Saturn. Man ging so vor, daß man der ersten Stunde des ersten Wochentags den Mond als „Gebieter" dieser Stunde wie des Tages selber gab. Der erste Tag erhielt somit den Namen der ersten Stunde, Mondtag, Montag! In der oben genannten Reihenfolge der Planeten wurden die Stunden weiter benannt, und so fiel auf die erste Stunde des nächsten Tags der Name Mars: mardi im französischen; der entsprechende deutsche Gott zu Mars ist Ziu, daraus folgt Zius-, Zies-, Dies- und endlich Dienstag. Daran schließen sich mercredi (von Mercur), Mittwoch; jeudi (von Jupiter) Donnerstag; vendredi (von Venus), Freya-, Freitag; saturday (englisch), samedi, Samstag und schließlich Sonntag. — Die weitere Einteilung der bis jetzt kleinsten Einheit des Tages in 24 Stunden wurde auf Grund des damals gebräuchlichen Sexagesimal-Systems vorgenommen. Den Ausgangspunkt zu dieser Einteilung bildete die Beobachtung, daß die scheinbare Bewegung der Himmelskörper, die von Ost nach West erfolgt, in einem Tage nahezu 360° umfaßt. Der praktischen Verwertbarkeit halber nahm man den 24. Teil davon als Stundeneinheit, sodaß von einem Gestirn nunmehr in dieser Zeit 15° am Himmel durchmessen wurden. So sehen wir, wie sich allmählich aus primitiven Anfängen heraus ein Kalendersystem entwickelt hat, das für die damaligen Ansprüche wohl genügte, aber bald als fehlerhaft erkannt wurde. Weitere Verbesserungen waren nötig, bis der Kalender die Vollkommenheit erreichte, die wir von ihm beanspruchen müssen. All dies im einzelnen zu verfolgen, ist nicht unsere Aufgabe, vielmehr wenden wir uns jetzt dem wichtigsten Kapitel, der astronomischen Ortsbestimmung zu.

Für diese kommen in erster Linie Gebiete in Frage, deren Küstenstriche zwar durchweg genau erforscht sind, deren Küstenlinienverlauf genau kartiert, deren Inneres dagegen völlig unerforscht ist (die „dunklen" Erdteile). Hier findet der Geograph, der Geologe, der Zoologe und der Botaniker noch ein reiches Feld der Betätigung vor. Um den letztgenannten Wissenschaftlern ihre Arbeit zu erleichtern, ja überhaupt erst zu ermöglichen, ist eine genaue geographische Aufnahme des in Frage kommenden Erdteils unerläßliche Vorbedingung. Hier muß also der Geograph das nötige Material sammeln und verarbeiten. Ihm kommt es darauf an, die morphologischen Eigenheiten des Landes, die Höhenlage markanter Punkte usw. zu bestimmen, was aber alles ohne Orientierung unmöglich ist. Diese schließlich ist ohne Zuhilfenahme einfacher astronomischer Bestimmungsmethoden selbst für die oberflächlichsten Arbeiten ausgeschlossen, und zur genauen Ortsbestimmung, wie sie der Geograph eben einmal braucht, ist eine weitgehende Vertrautheit mit den mathematisch-astronomischen Rechnungsarten nötig. Man könnte den Einwand machen, daß eine Orientierung ohne astronomische Kenntnisse allein mit dem Kompasse möglich sei. Das ist zweifellos richtig, eine Orientierung geht an, wenn man das Vorhandensein eines Kreiselkompasses annimmt, nicht indessen mit dem einfachen Magnetkompaß. Auf das Prinzip des „Kreisels" hier einzugehen, würde zu weit führen. Da dieser Kompaß überdies nur für Expeditionen in bekannten Gebieten und zwar nur für bestausgestattete in Betracht kommen kann, — er stellt einen komplizierten Apparat vor, der nur mit größter Vorsicht transportiert werden darf — so wird ihn der Forschungsreisende, der ein Land zum ersten Mal aufsucht, nie verwenden können. Der Magnetkompaß bleibt mithin die einzige Möglichkeit der

Zunehmender Mond.

Abnehmender Mond.

Im umgekehrten astronomischen Fernrohr des europäischen Beobachters gesehen.

Orientierung. Die Magnetnadel weist aber bekanntlich nicht genau nach dem geographischen Nordpol, sondern nach dem magnetischen. Man hat wohl Karten gezeichnet, in denen die Abweichungen der Magnetnadelrichtung von der wahren Nord-Südrichtung eingetragen sind, aber hierzu waren ja wieder astronomische Beobachtungen erforderlich. Da die magnetischen Erdpole jährlichen Schwankungen und Veränderungen unterliegen, deren Kenntnis vor allem für den Seefahrer notwendig ist, so müssen die Astronomen auch auf diesem Gebiete weiter tätig sein, da sie allein in der Lage sind, die wahre Nordrichtung und demgemäß auch Abweichungen von dieser festzustellen. Nun ist es für den Geographen nicht allein nötig, zu wissen, wo Nord und Süd, Ost und West liegt, er muß vielmehr seinen jeweiligen Standpunkt genau bestimmen, die geographische Breite des Beobachtungsorts und dessen Länge kennen. Mit Hilfe astronomischer Tabellen kann er die Breite aus der mit dem Spiegelsextanten gemessenen Höhe des Polarsterns berechnen, wenn sein Beobachtungsgebiet nördlich vom Aequator liegt, andernfalls durch Sonnen- und Sternhöhenbeobachtungen und andere astronomische Messungen. In gleicher Weise läßt sich die geographische Länge errechnen, lassen sich Zeitmessungen ausführen usw. usw. Nehmen wir an, der Geograph wird eines schönen Tags von einem Sandsturm in der Wüste überrascht, was ja keine Seltenheit ist! Da dringt der feine Sand und Staub in alle „Poren“ der Instrumente ein. Der Kompaß wird versanden, die Uhr bleibt stehen, bald steht der Geograph selbst da — ohne Kompaß, ohne Uhr! Die einzige Möglichkeit, die ihm bleibt: sich nach den Erscheinungen des Himmels zu orientieren! Aehnlich liegen die Verhältnisse auf dem freien Meer für den Seefahrer. Solange die Küste in Sicht ist, kann er sich nach ihr richten; auf

dem offenen Meer dagegen, wo er nur die Wasserwüste und den Himmel sieht, muß er sich nach letzterem zurechtfinden. Astronomische Beobachtungen und Berechnungen geben ihm die Mittel an die Hand. den genauen Schiffsort zu bestimmen. Hat er auch Hilfsmittel wie das Log, den Kompaß, vielleicht sogar den Kreiselkompaß und das Lot zur Hand, so sind diese Instrumente zwar vortrefflich gearbeitet, aber ihre Genauigkeit läßt immer noch viel zu wünschen übrig. Wenige Beobachtungen, ja eine präzis ausgeführte Beobachtung mit dem Spiegelsextanten, ergeben eine weit grössere Genauigkeit als die genannten Instrumente.

Weiterhin kommen die für die Schiffahrt wichtigen Erscheinungen von Ebbe und Flut hinzu, nach deren Wechsel die Schiffe ihr Ein- und Auslaufen, in bezw. aus den Häfen einrichten müssen. Ebbe und Flut werden durch die Anziehung des Mondes bewirkt und, da die Beobachtung des Mondes eine astronomische Arbeit ist, so fällt auch die Bestimmung der Gezeitendaten dem Astronomen zu. Für den Seefahrer ist es außerdem von Wichtigkeit „genaue Zeit“ zu besitzen. Wenn auch die Schiffschronometer nur ganz minimale Gangfehler aufweisen, die für die Praxis kaum von Bedeutung sind, so sind plötzliche Störungen durch außerordentliche Einflüsse immerhin möglich. Jedoch der Seefahrer weiß sich zu helfen und zwar wieder mit astronomischen Beobachtungen.

Wir begnügen uns hier mit der Andeutung der Wichtigkeit der Zeitbestimmung für die Schiffahrt und beschränken uns auf die Darstellung der Meßmethoden auf festem Lande.

Die Registrierung der Zeit erfolgt mit dem Meridiankreis, einem Fernrohr, das um eine horizontale, in

der Richtung von West nach Ost verlaufende Achse drehbar ist und sich demgemäß in der zu dieser Richtung senkrechten Ebene, der Nord-Süd- oder Meridianebene bewegen läßt. Um die Höhe eines Gestirns über dem scheinbaren Horizont möglichst genau einstellen zu können, befindet sich an den Achsenenden je ein Kreis mit einer überaus feinen Teilung. Das Instrument weist einige Aehnlichkeit mit einer Kanone auf, weshalb es von den Astronomen oft scherzhaft als „Himmelskanone" bezeichnet wird. In diesem Fernrohr befindet sich eine Anzahl vertikaler und zwei horizontale Spinnwebfäden. Will der Astronom eine Zeitbestimmung ausführen, so beobachtet er den Durchgang eines oder mehrerer Sterne durch die einzelnen senkrechten Fäden, insbesondere durch den mittleren, den Ortsmeridian darstellenden Hauptfaden. In seinem astronomischen Jahrbuch, in dem die Angaben auf Jahre vorausberechnet sind, schlägt er nach, um welche Stunde, Minute, Sekunde, Bruchteile einer Sekunde der betreffende Stern seinen Ortsmeridian passieren muß. Im selben Jahrbuch findet er die Deklination des Sterns, dh. dessen Lage über oder unter dem Himmelsäquator angegeben. Die geographische Breite seines Standorts kennt er und kann nun die Höhe des Sterns nach der Formel: Höhe = 90° — geographische Breite + Deklination des Gestirns für die Meridianpassage berechnen. Er stellt an den Kreisen die entsprechende Graderhebung des Fernrohrs ein, wartet, bis der Stern im Gesichtsfeld erscheint und läßt ihn genau zwischen den beiden horizontalen Fäden „laufen". Auf verschiebbarem Laufrahmen befindet sich ein senkrechter Faden. Bei der Beobachtung durchs Fernrohr wird er durch ein Uhrwerk der scheinbaren, täglichen Bewegung des Gestirns im Gesichtsfeld nachgeführt. An den Stellen, da der bewegte Faden und also auch der von diesem „ge-

deckte“ Stern die andern senkrechten Fäden zu berühren scheint, wird jedesmal automatisch ein elektrischer Kontakt geschlossen, der den Elektromagneten eines feinen Morseapparats erregt. Der Anker wird angezogen und erzeugt auf dem abrollenden Papierstreifen mit seinem Schreibhebel jeweils einen Punkt. Daneben trägt ein zweiter Schreibhebel die Sekundenschläge einer Präzisionspendeluhr ein (Abb. Chronographenzimmer). Der Beobachter weiß aus seinem Jahrbuch, um welche Zeit der betreffende Stern die einzelnen senkrechten Fäden passieren mußte. Hat der Durchgang durch den mittleren Faden, den eigentlichen Meridian, vielleicht um 11 Uhr 0 Min., 0 Sek. erfolgen sollen und befindet sich der entsprechende Kontaktpunkt auf dem Streifen nicht an der Stelle, die nach Angabe der Uhr die genannte Zeit vorstellt, so ist der Unterschied zwischen den beiden Punkten der Betrag, um den die Uhr vor oder nach geht. So mißt man heute die Zeit bis auf die 1/10 000 Sekunde genau. Diese Genauigkeit ist durchaus erforderlich, denn, nehmen wir für jede Sekunde nur einen Fehler von dem genannten kleinen Betrage an, so macht das im Tag bei 8640 Sekunden nahezu eine Sekunde Fehler, in einem Jahr nahezu 365 Sekunden oder 6,1 Min. aus. Das ist aber sehr viel in einer Zeit, von der man sagt, sie sei das „Zeitalter des Verkehrs“, wo es auf jede Sekunde und Bruchteile einer solchen ankommt.

Zum Schluß muß noch einiges über den Eisenbahnverkehr gesagt werden. In seinem stetig wachsenden Umfange kann er zweifellos nur dann sicher bewältigt werden, wenn in einem Verkehrsgebiet eine einheitliche Zeit herrscht. So rechnen wir in Mitteleuropa nach mitteleuropäischer Zeit (M. E. Z.) oder der mittleren Ortszeit in 15° östlicher Länge von Greenwich (Görlitz), in Westeuropa nach 0° — Ortszeit, also Greenwicher Zeit,

in Osteuropa nach der Zeit des 30. Meridians östlicher Länge. (Einteilung in „Zonenzeitgebiete"). Um eine solche Zeiteinteilung zu ermöglichen, muß eine genaue Zeitmessung von Seiten der Sternwarten erfolgen. Vor allem aber muß die genaue Zeit den in Frage kommenden, lebenswichtigen Betrieben übermittelt werden. Dies geschieht zweimal am Tage, für den Verkehr auf dem Festland auf telegraphischem Wege oder durch telephonische Signale, während über See an die Ozeanschiffe die Zeitsignale funkentelegraphisch, an der Küste durch die Zeitbälle übermittelt werden.

Wir wollen damit die Betrachtungen über die Bedeutung der Astronomie für das praktische Leben abschließen. Wir haben uns auf die Darstellung einzelner Kapitel beschränkt und die wichtigsten davon herausgegriffen. Wir sehen, daß ein geordnetes Staatsleben nur unter der Voraussetzung eines brauchbaren Zeit- und Kalenderwesens denkbar ist, daß eine sichere Bewältigung des Verkehrs ohne genaue Zeitbestimmung illusorisch wäre. Sollte es mir geglückt sein, Ihnen gezeigt zu haben, welch umfangreicher Apparat allein von astronomischer Seite dazu gehört, um das Verkehrs- und Wirtschaftsleben der Gegenwart in Gang zu halten, gezeigt zu haben, daß dieses im Falle des Versagens der Zeitregistrierung von Seiten der Sternwarte unter allen Umständen zusammenbrechen müßte, so wäre der Hauptzweck meiner Ausführungen erreicht. Vielleicht darf ich Sie bitten, wenn Sie sich über den genauen Gang Ihrer Uhr freuen, aber ebenso wenn diese Sie einmal im Stich läßt, daran zu denken, daß kein anderer als der Astronom es ist, der ihren Gang Tag und Nacht, in Hitze und Kälte, oft stundenlang unter dem Meridiankreis sitzend, zu überwachen hat. Daß der dem Astronomen vom Staat zugebilligte Gehalt in gar keinem Verhältnis zu all der aufgewandten Mühe

bei solchen Arbeiten steht, ist eine ebenso bedauerliche wie altbekannte Tatsache. Schade, daß man vom Idealismus des Naturwissenschaftlers, der gewiß ein schönes Besitztum darstellt, nun einmal nicht leben kann.

H. W.

Inhaltsübersicht.

Seite

Vorwort

Glühende Tränen. Eine allegorische Skizze über das Leben des Astronomen 7

1. Vorlesung: Besuch auf einer Sternwarte 11

2. Vorlesung: Werden und Vergehen im Weltall 38

3. Vorlesung: Bewohnbarkeit der Planeten 58

4. Vorlesung: Der Mond, unsere Nachbarwelt 85

Schlußwort: Staat und Sternwarte 107

120

Druck von Wilhelm Heppeler, Stuttgart.

173208 Astron.
T.

Author Thost, Ernst J.

Title Urania.

University of Toronto
Library

DO NOT
REMOVE
THE
CARD
FROM
THIS
POCKET

Acme Library Card Pocket
Under Pat. "Ref. Index File"
Made by LIBRARY BUREAU